

1625-2

Earth/Ground Tester

Manual do Usuário

GARANTIA LIMITADA E LIMITAÇÃO DE RESPONSABILIDADE

Todos os produtos da Fluke são garantidos contra defeitos de material ou fabricação, sob circunstâncias normais de uso e manutenção. O período de garantia é de 2 anos, a partir da data da remessa. As peças, reparos e serviços são garantidos por 90 dias. Esta garantia se aplica apenas ao comprador original, ou ao cliente usuário-final de um revendedor autorizado da Fluke, e não cobre fusíveis, baterias descartáveis, nem qualquer produto que, na opinião da Fluke, tenha sido usado de forma inadequada, alterado, tenha recebido manutenção inadequada ou tenha sido danificado por acidente ou condições anormais de operação ou manuseio. A Fluke garante que o software funcionará de acordo com as suas especificações técnicas pelo período de 90 dias, e que foi gravado de forma adequada em meio físico sem defeitos. A Fluke não garante que o software esteja livre de defeitos, nem que funcionará sem interrupções.

Os vendedores autorizados da Fluke fornecerão esta garantia de produtos novos e não usados apenas a clientes usuários finais, mas não têm qualquer autoridade para fornecer, em nome da Fluke, uma garantia mais ampla ou diferente da presente. A assistência técnica coberta pela garantia está disponível se o produto houver sido adquirido de uma loja autorizada da Fluke, ou se o Comprador tiver pago o preço internacional aplicável. A Fluke se reserva o direito de cobrar do Comprador taxas relativa a custos de importação referentes a peças de substituição/reparos quando o produto for comprado em um país e submetido para reparos em um outro país.

As obrigações da Fluke pertinentes a esta garantia são limitadas, a critério da Fluke, à devolução da importância correspondente ao preço pago pela compra do produto, reparos gratuitos, ou substituição de um produto defeituoso que seja devolvido a um centro autorizado de reparos da Fluke dentro do período coberto pela garantia.

Para obter serviços cobertos pela garantia, entre em contato com o centro autorizado de reparos da Fluke mais próximo para obter informações sobre autorizações de retorno e então, envie o produto para o centro autorizado, com uma descrição do problema encontrado e com frete e seguro já pagos (FOB no destino), ao centro autorizado de reparos mais próximo. A Fluke não se responsabiliza por nenhum dano que possa ocorrer durante o transporte. Após serem efetuados os serviços cobertos pela garantia, o produto será devolvido ao Comprador, com frete já pago (FOB no destino). Se a Fluke constatar que a falha do produto foi causada por uso inadequado, contaminação, alterações, acidente, ou condições anormais de operação ou manuseio, inclusive falhas devidas a sobretensão causadas pelo uso do produto fora das faixas e classificações especificadas, ou pelo desgaste normal de componentes mecânicos, a Fluke dará uma estimativa dos custos de reparo, e obterá autorização do cliente antes de começar os reparos. Após a realização dos reparos, o produto será devolvido ao Comprador com frete já pago e este reembolsará a Fluke pelos custos dos reparos e do transporte de retorno (FOB no local de remessa).

ESTA GARANTIA É O ÚNICO E EXCLUSIVO RECURSO JURÍDICO DO COMPRADOR, E SUBSTITUI TODAS AS OUTRAS GARANTIAS, EXPRESSAS OU IMPLÍCITAS, INCLUINDO, MAS NÃO SE LIMITANDO A, QUALQUER GARANTIA IMPLÍCITA DE COMERCIALIZABILIDADE OU ADEQUABILIDADE PARA UM DETERMINADO FIM. A FLUKE NÃO SE RESPONSABILIZA POR NENHUM DANO OU PERDA, INCIDENTAL OU CONSEQÜENTE, QUE POSSA OCORRER POR QUALQUER MOTIVO OU QUE SEJA DECORRENTE DE QUALQUER CAUSA OR TEORIA JURÍDICA.

Como alguns estados ou países não permitem a exclusão ou limitação de uma garantia implícita nem de danos incidentais ou conseqüentes, esta limitação de responsabilidade pode não ser aplicável no seu caso. Se uma corte qualificada de jurisdição considerar qualquer provisão desta garantia inválida ou não-executável, tal decisão judicial não afetará a validade ou executabilidade de qualquer outra provisão.

Fluke Corporation
P.O. Box 9090
Everett, WA 98206-9090
U.S.A.

Fluke Europe B.V.
P.O. Box 1186
5602 BD Eindhoven
The Netherlands

11/99

Para registrar produtos on-line, visite o site <http://register.fluke.com>.

Índice

Título	Página
Introdução	1
Como entrar em contato com a Fluke.....	2
Informações de segurança	3
Armazenamento	4
Modelos e acessórios	5
Acessórios adicionais.....	6
Recursos	7
Visor	9
Configuração	13
Baterias.....	13
Descrição das funções	15
Operação	16
Operação avançada.....	16
Funções de ligação.....	16
Ciclo de controle.....	17
Loop de medição	19
Verificação de conexão de medição (Alocação de soquete) correta.....	19
Interferência - Medição de tensões e frequências	19
Medição de resistências de aterramento.....	20
Medição de resistência de aterramento em 3 e 4 polos.....	21
Medição de resistências de eletrodos de aterramento individuais em sistemas de malha de aterramento com método seletivo e alicate	23
Medição de resistências de eletrodos de aterramento individuais em 3 e 4 polos	24
Medições em postes de alta tensão.....	26
Correção dos erros do transformador do tipo alicate	29
Compensação do terminal de conexão do eletrodo de aterramento	31
Medição da resistividade do solo	32
Medições de resistência	34
Medição de resistência ($R_{\sim}$)	34
Medição de resistência ($R_{\rightleftharpoons}$)	35
Compensação da resistência do terminal de medição	36
Como mudar todas as definições de dados por meio do CÓDIGO personalizado	37
Exportar dados armazenados para o PC.....	39
Excluir dados armazenados.....	40
Manutenção	41
Calibração	41
Serviços	41
Especificações	42

Lista das tabelas

Tabela	Título	Página
1.	Símbolos.....	4
2.	Modelos e acessórios.....	5
3.	Recursos e funções.....	8
4.	Elementos do visor.....	9
5.	Descrições do visor.....	10
6.	Parâmetros de loop de controle.....	18
7.	Configurações de dados.....	37
8.	Arquivo .CSV de exemplo para dados registrados.....	39
9.	Cálculo de erro operacional.....	43

Lista das figures

Figura	Título	Página
1.	Transformador de corrente externo EI-162BN.....	6
2.	Inserção da pilha	14
3.	Método de medição de resistências de aterramento	20
4.	Medição de resistência de aterramento de 3 e 4 polos - Processo	21
5.	Medição de resistências de eletrodos de aterramento individuais em sistemas de malha de aterramento	23
6.	Medição de resistências de eletrodos aterramento de individuais em 3 e 4 polos	24
7.	Resistência de aterramento sem desconectar a linha de aterramento aérea	26
8.	Correção de erros do transformador do tipo alicate.....	29
9.	Conexão do transformador do tipo alicate	30
10.	Compensação do eletrodo de aterramento conectado ao terminal	31
11.	Medição da resistividade do solo	32
12.	Medição de resistência ($R_{\sim}$)	34
13.	Medição de resistência ($R_{\text{---}}$).....	35
14.	Compensação da resistência do terminal de medição	36

Introdução

O Testador de aterramento e proteção elétrica 1625-2 (Testador ou produto) é um instrumento resistente de campo que executa todos os quatro tipos de medição de aterramento. Especificamente, o testador é capaz de medir as resistências do loop de aterramento usando apenas alicates – chamado de teste sem utilização de hastes. Esse método não requer o uso de hastes de aterramento nem a desconexão de hastes do solo.

O testador tem:

- Um conceito de medição de um botão
- Medição de aterramento de 3 e 4 polos
- Testes de resistividade do solo de 4 polos
- Testes seletivos, sem desconexão do condutor de conexão a terra (1 alicate)
- Testes sem utilização de hastes, testes de loop de aterramento rápido (2 alicates)
- Frequência de medição 94, 105, 111, 128 Hz

O testador inclui os seguintes recursos avançados:

- Controle automático de frequência (AFC - Automatic Frequency Control) – identifica interferência existente e escolhe a frequência de medição (94, 105, 111, 128 Hz) que minimize o efeito, a fim de fornecer um valor de aterramento mais exato.
- Medição R*: calcula a impedância do aterramento a 55 Hz para refletir com mais precisão a impedância do aterramento que evidenciaria uma conexão de falha no aterramento.
- Limites ajustáveis – para verificação rápida do resultado do teste.

Em instalações de produção, distribuição e consumo de energia elétrica, é necessário tomar certas medidas de segurança para proteger a vida humana. Em muitos casos, essas medidas são definidas por regulamentações nacionais e internacionais que requerem verificações regulares. O aterramento, que consiste na ligação à terra de peças e elementos condutivos expostos, caso ocorra alguma falha, é a principal medida de segurança. Existem regulamentos para o aterramento de transformadores, postes elétricos de alta e média tensão, trilhos ferroviários, tanques, reservatórios, fundações e sistemas de proteção contra raios.

A eficácia dos sistemas de aterramento precisa ser verificada por meio do testador de aterramento e proteção elétrica, como o 1625-2, que verifica se as conexões à terra estão funcionando de forma eficaz. O 1625-2 oferece a solução perfeita combinando a tecnologia mais recente em um instrumento de campo robusto e compacto. Além de efetuar medições de resistência de aterramento padrão de 3 e 4 polos, um processo inovador mede com exatidão as resistências de eletrodos de aterramento individuais em sistemas de aterramento de ponto único e em malha, sem necessidade de desconectar qualquer eletrodo paralelo. Uma aplicação específica dessa capacidade consiste na medição rápida e precisa de aterramentos de postes elétricos. O 1625-2 também tem controle automático de frequência (AFC) para minimizar a interferência. Antes de efetuar medições, o instrumento identifica a interferência existente e seleciona uma frequência de medição para minimizar o efeito.

Notas

- *Os termos aterramento e ligação à terra são usados de forma intercambiável neste manual.*
- *Para medições de resistência de ligação à terra sem utilização de hastes, deve ser adquirido o Conjunto de alicates seletivos/sem utilização de hastes (EI-1623). (O kit 1625-2 Kit inclui este conjunto de alicates.)*
- *Algumas medições específicas são descritas na seção principal deste manual.*

Como entrar em contato com a Fluke

Para entrar em contato com a Fluke, ligue para um destes números:

- EUA: 1-800-760-4523
- Canadá: 1-800-36-FLUKE (1-800-363-5853)
- Europa: +31 402-675-200
- Japão: +81-3-6714-3114
- Cingapura: +65-6799-5566
- Outros países: +1-425-446-5500

Ou visite o site da Fluke: www.fluke.com.br.

Acesse www.fluke.com.br para registrar seu produto, baixar manuais e para obter mais informações.

Para exibir, imprimir ou efetuar o download do suplemento mais recente do manual, visite o site <http://us.fluke.com/usen/support/manuals>.

Informações de segurança

Indicações de **Advertência** alertam para as condições e os procedimentos que são perigosos ao usuário. Indicações de **Atenção** identificam as condições e os procedimentos que podem causar danos ao produto e ao equipamento testado.

⚠⚠ Advertência

Para evitar possíveis choques elétricos, incêndios ou ferimentos:

- **Leia todas as informações de segurança antes de usar o Produto.**
- **Use o Produto apenas conforme as especificações. Caso contrário, a proteção fornecida com o Produto poderá ser comprometida.**
- **Não use o Produto se houver algum indício de funcionamento incorreto.**
- **Não use o Produto se este estiver danificado.**
- **Não use os cabos de teste se eles estiverem danificados. Examine os cabos de teste para verificar se há isolamento danificado, metal exposto ou se o indicador da peça está sendo exibido. Verifique a continuidade dos cabos de teste.**
- **Não use o produto próximo a gases explosivos, vapores ou em ambientes úmidos ou molhados.**
- **Não aplique uma tensão maior do que a nominal entre os terminais ou entre cada terminal e o fio de aterramento.**
- **Use somente as sondas, os cabos de teste e os acessórios atuais fornecidos com este produto.**
- **Não considere a medição de corrente como indicação de que o circuito pode ser tocado. É necessário fazer a medição da voltagem para saber se o circuito oferece perigo.**
- **A tampa das pilhas deve ser fechada e trancada antes da operação do produto.**
- **Substitua as baterias quando o indicador mostrar que a carga está baixa, para evitar medições incorretas.**
- **Não conecte diretamente na linha de alimentação.**
- **Não toque em tensões >30 VCA rms, pico de 42 VCA ou 60 VCC.**

A Tabela 1 é uma lista dos símbolos usados no testador e neste manual.

Tabela 1. Símbolos

Símbolo	Descrição
	Perigo. Informações importantes. Consultar o manual.
	Tensão perigosa. Risco de choque elétrico.
	Indicador da bateria
	Em conformidade com as diretivas da União Europeia.
	Em conformidade com os padrões sul-coreanos relevantes de compatibilidade eletromagnética.
	Em conformidade com os requisitos australianos de EMC.
	Este produto está em conformidade com os requisitos de marcação da Diretiva WEEE (2002/96/EC). A etiqueta afixada informa que não é possível descartar o produto elétrico/eletrônico em lixo doméstico comum. Categoria do produto: de acordo com os tipos de equipamento na Diretiva WEEE, Anexo I, esse produto é classificado na categoria 9 como produto “Instrumento de controle e monitoramento”. Não descarte este produto no lixo comum. Veja as informações de reciclagem no site da Fluke.

Armazenamento

Se o testador for guardado por muito tempo ou não for utilizado por um período prolongado, você deverá retirar as pilhas.

Modelos e acessórios

Estes acessórios padrão são fornecidos com o testador:

- 6 pilhas alcalinas tipo AA (LR6)
- 2 terminais de medição; 1,5 m
- 1 cabo conector (para medições RA de 2 pólos)
- 2 cliques-jacaré
- 1 CD de documentação com o Manual do Usuário
- Guia de referência rápida
- Informações de segurança

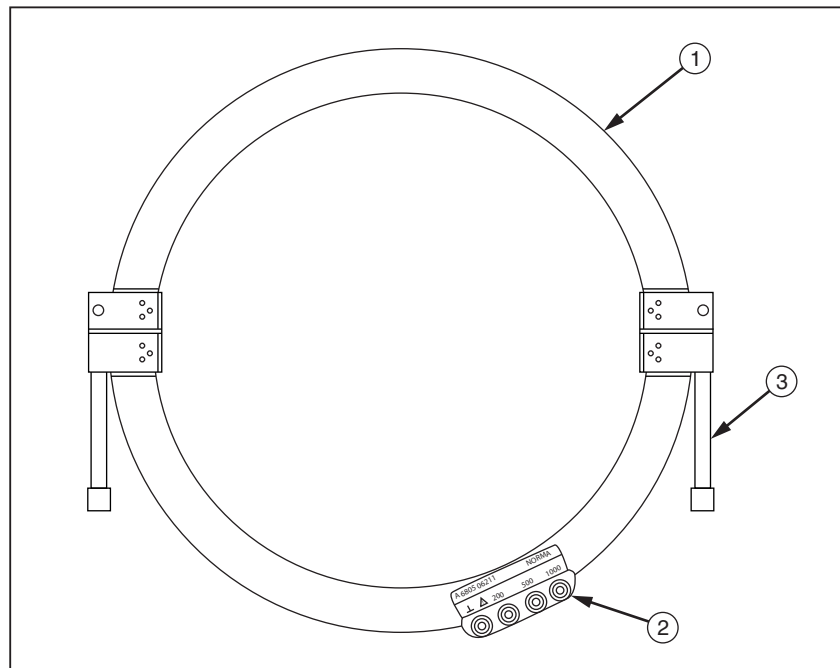
A tabela 2 é uma lista dos modelos e acessórios.

Tabela 2. Modelos e acessórios

Descrição	Número de peça
O Testador de aterramento e proteção elétrica 1625-2 (Inclui Manual do usuário, Informações de segurança, QRG, Cabo de sonda Geox, 2 cliques, Conjunto de terminais)	4325162
Kit do Testador de aterramento e proteção elétrica 1625-2 (Inclui Manual do Usuário, Informações de segurança, QRG, Cabo de sonda Geox, 2 cliques, Conjunto de terminais, 4 Hastes de aterramento, 3 Bobinas de cabo, Estojo de transporte C1620, EI-162X & EI-162AC)	4325181
Kit de substituição de serviço 162x-7001 (Inclui conjunto de terminais e 2 cliques)	2577167
Haste de aterramento	4325492
Conjunto de hastes ES-162P3-2 para medição de 3 polos (Inclui 3 Hastes de aterramento, 1 Bobina de cabo de 25 m azul, 1 Bobina de cabo de 50 m vermelha)	4359377
Conjunto de hastes ES-162P4-2 para medição de 4 polos (Inclui 4 Hastes de aterramento, 1 Bobina de cabo de 25 m azul, 1 Bobina de cabo de 25 m verde, 1 bobina de cabo de 50 m vermelha)	4359389
Conjunto de grampos seletivos/sem utilização de hastes EI-1623 para 1623-2/1625-2 (Inclui EI-162X, EI-162AC)	2577115
Transformador de corrente tipo alicate; cabo blindado (sensor) EI-162X	2577132
Transformador de corrente tipo alicate (indução) EI-162AC	2577144
Transformador de núcleo dividido EI-162BN (12.7 pol. - 320 mm)	2577159
Cabo blindado (usado com o alicate EI-162X)	2630254
Bobina de cabo, 25 m, fio azul	4343731
Bobina de cabo, 25 m, fio verde	4343746
Bobina de cabo, 50 m, fio vermelho	4343754
Bolsa C1620	4359042

Acessórios adicionais

Um **transformador de corrente externo** está disponível como uma opção, consulte a Figura 1. O transformador tem uma proporção de transformação entre 80 e 1200:1 para medição de uma única ramificação nos sistemas de malhas de aterramento. Isso permite que os usuários meçam postes de alta tensão sem separar as linhas de aterramento aéreas ou faixas de aterramento na base dos postes. Também é usado para medir os sistemas de para-raios sem separar os fios de proteção individuais.



evx01.eps

Figura 1. Transformador de corrente externo EI-162BN

- ① Metade do transformador (2).
Fases terminais do transformador com cavilhas articuladas para facilitar a separação das duas metades do transformador. Uma das faces terminais do transformador tem um orifício ranhurado de cavilha que permite articulá-la para fora da face terminal.
- ② Conexões da taxa de transformação: $\perp$, 200, 500 e 1000
- ③ Parafusos de aperto (2).

Recursos

O Testador de aterramento e proteção elétrica (Testador) 1625-2 é um medidor de resistência de aterramento com um processo de seleção de frequência de medição automatizado. O testador inclui testes automáticos de sonda e resistências do eletrodo auxiliar de aterramento e possíveis tensões de interferência de acordo com o DIN IEC61557-5/EN61557-5:

- Medição de tensão de interferência (U_{ST})
- Medição de frequência de interferência (U_{ST})
- Medição de resistência da sonda (R_S)
- Medição de resistência do eletrodo auxiliar de aterramento (R_H)
- Medição de resistência de aterramento de 3 e 4 polos (R_E) com ou sem uso de transformador de corrente externo tipo alicate para medição seletiva de ramificações de ponto único de aterramento em sistemas de malhas de aterramento 
- Medição de resistência de 2 polos com tensão de CA ($R_{\sim}$)
- Medição de resistência de 2 e 4 pólos com tensão de CC, ($R_{\text{---}}$)

Este instrumento incorpora a tecnologia mais avançada de medição no que se refere a resistência de aterramento, oferecendo várias opções de medição, além de controle de sequência de medições totalmente automatizado (incluindo controle automático de frequência, ou AFC – Automatic Frequency Control). Por meio da entrada de limites selecionáveis, com mensagens visuais e sonoras de confirmação/erro e com as funções especiais programáveis por código e definidas pelo cliente, como medição de tensão a 20 V (para sistemas agrícolas), R^* de impedância de aterramento (frequência de medição a 55 Hz) com comutação liga/desliga, esses instrumentos são individualmente programáveis para uso como medidor simples ou como dispositivos de medição totalmente automatizados.

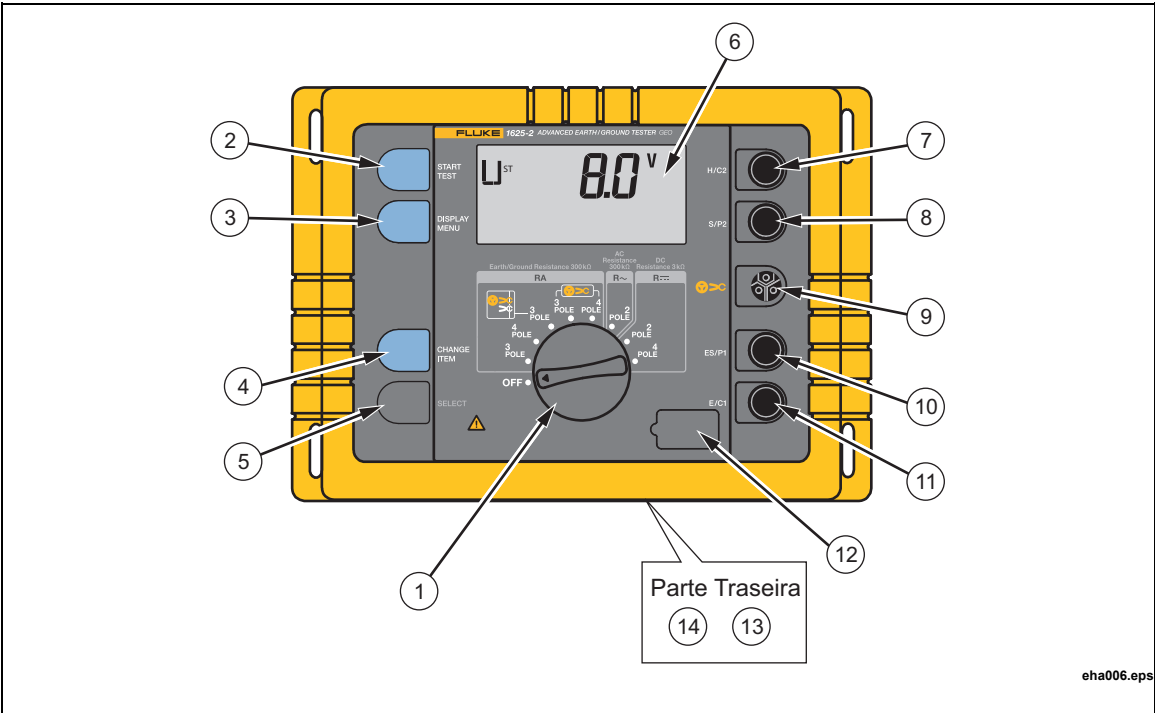
O testador inclui testes automáticos de sonda, resistências do eletrodo auxiliar de aterramento e possíveis tensões de interferência.

Consulte a Tabela 3 para obter uma lista de recursos e funções.

Advertência

- Não é permitida a presença de tensão nos soquetes   .
- Não aplique força ao abrir ou fechar o instrumento.
- Desconecte todos os terminais antes de abrir o instrumento.

Tabela 3. Recursos e funções



No	Descrição
①	Comutador rotativo para selecionar a função de medição e ON/OFF
②	Botão "START TEST" (Iniciar teste) para iniciar a função de medição selecionada
③	Botão "DISPLAY MENU" (Exibir menu) para selecionar a configuração ou mostrar os dados de teste
④	Botão "CHANGE ITEM" (Mudar item) para alterar o valor de configuração selecionado
⑤	Botão "SELECT" (Selecionar) para confirmar o valor de configuração
⑥	Visor de cristal líquido (LCD)
⑦	Conexão "H/C2" de aterramento auxiliar, (4 mm ø)
⑧	Conexão "S/P2" para sonda (4 mm ø)
⑨	Conexão para alicate de teste sensor de corrente
⑩	Conexão "ES/P1" para sonda com eletrodo de aterramento (4 mm ø)
⑪	Conexão "E/C1" para eletrodo de aterramento/proteção a ser medida (4 mm ø)
⑫	Porta B tipo USB
⑬	Compartimento de pilhas para 6 pilhas alcalinas (tipo AA, LR6)
⑭	Parafusos para prender a tampa do compartimento das pilhas

Visor

O visor é de cristal líquido de 4 dígitos (dígitos 2999), 7 segmentos (Tabela 4).

Tabela 4. Elementos do visor

edw004.eps

Item	Descrição	
①	Tipo de teste	
	U _{ST}	Tensão de interferência (CA + CC)
	F _{ST}	Frequência da tensão de interferência
	F _M	Frequência da tensão de medição
	U _M	Limite da tensão de medição de 20/48 V
	R _E	Resistência de aterramento
	R _H	Resistência do eletrodo de aterramento auxiliar
	R _S	Resistência da sonda
	R _K	Resistência de compensação
	R ₁ , R ₂	Medição de baixa tensão com indicação de polaridade
	R ~	Resistência CA
	R [*]	Impedância de aterramento (frequência de medição 55 Hz)
②	Medição	
③	Unidade de medição: V, Ω, kΩ, Hz	
Chave de símbolos		
④	Detecção de soquete de transformador de corrente	
⑤	Detecção de soquete	
⑥	Circuito de medição (E-S,E-H) interrompido ou valor medido instável	
⑦	Erro	
⑧	Seqüência de medição em andamento	
⑨	Valor limite/valor limite excedido	
⑩	Aviso de limite excedido	
⑪	Indicador da carga das pilhas	

A Tabela 5 mostra o que você verá no visor ao operar o testador.

Tabela 5. Descrições do visor

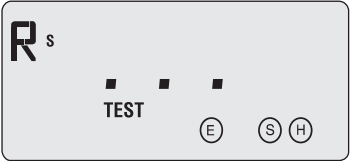
Função	Visores	Estado	Observação
Antes de INICIAR	 edw027.eps	Modo de espera, para reduzir o consumo de energia	Gire o botão seletor ou pressione o botão de comando. Todos os valores medidos permanecem armazenados.
	 edw028.eps	Conexão do terminal de medição incorreta ou ausente.	Com exceção da medição de tensão, todas as funções de medição estão travadas.
	 edw030.eps	Bíper ativado.	Aviso sonoro é emitido se algum limite for ultrapassado.
	 edw031.eps	Tensão de CA perigosa > 50 V	Com exceção da medição de tensão, todas as funções de medição estão travadas.
Após "START"	 edw034.eps	A resistência da sonda está sendo testada.	Aguarde o resultado do teste.

Tabela 5. Descrições do visor (cont.)

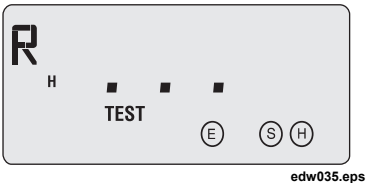
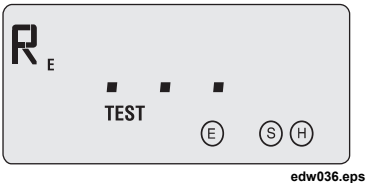
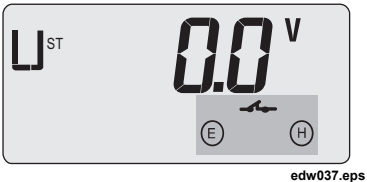
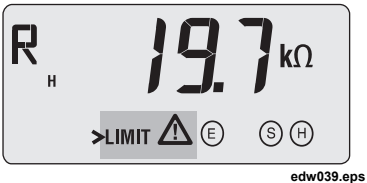
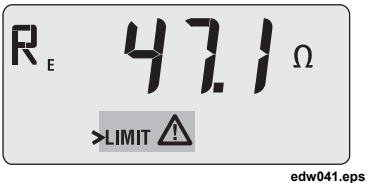
Função	Visores	Estado	Observação
		Pulso breve de corrente auxiliar; resistência sendo testada.	Aguarde o resultado do teste.
		Resistência de aterramento sendo testada.	Aguarde o resultado do teste.
		Circuito de medição de aterramento e do eletrodo auxiliar de aterramento desconectado.	Examine a conexão do terminal nas hastes de aterramento; pode haver algum defeito spikes.
		Circuito de medição do eletrodo de aterramento e sonda desconectado.	Examine a conexão do terminal nas hastes de aterramento; pode haver algum defeito spikes.
		Erro máximo aceitável excedido devido a sensibilidade muito alta ou resistência da haste de aterramento auxiliar.	Tente umedecer o solo ou conectar uma segunda haste de aterramento em paralelo.
Após "START"		Faixa de medição ultrapassada.	O valor medido está acima de 300 kΩ.
		A exibição do valor medido está acima do LIMITE.	Valor medido acima do LIMITE.

Tabela 5. Descrições do visor (cont.)

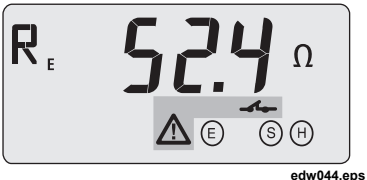
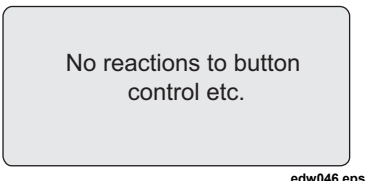
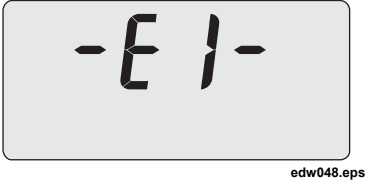
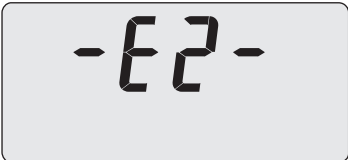
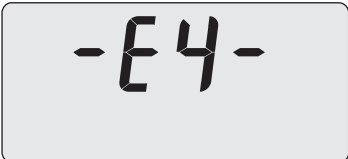
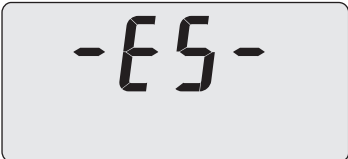
Função	Visores	Estado	Observação
		Compensação mais alta que o valor medido.	Elimine a compensação ou desligue o instrumento e ligue-o novamente.
		Polaridade incorreta nas tomadas E e ES.	Inverta a polaridade.
		Valor medido instável.	Tensão de ruído instável. Tente usar medição por média de tempo.
		Corrente muito baixa no transformador externo.	Diminua a resistência da haste de corrente auxiliar.
		Operação em condições problemáticas.	Examine as pilhas. Desligue e ligue novamente o instrumento; se o problema continuar, procure assistência técnica.
Após "START"		Mude o sentido do alicate de corrente ou da corrente que vai "para cima".	Alicate reverso.
		Soma de verificação (checksum) de EE PROM incorreta.	

Tabela 5. Descrições do visor (cont.)

Função	Visores	Estado	Observação
	 edw049.eps	Mal funcionamento do equipamento (por exemplo, sobrecarga de corrente).	Se a o defeito continuar, desligue e ligue novamente o instrumento. o símbolo poderá aparecer ao efetuar medições sem hastes em circuitos de baixa resistência.
	 edw050.eps	Funcionamento inadequado do acesso à memória EE PROM.	Contate a assistência técnica.
	 edw051.eps	Problema interno de computação.	
	 edw052.eps	Sobrecarga térmica.	Aguarde o resfriamento total.
 pisca no visor			

Configuração

Baterias

Observação

Podem ser usadas pilhas recarregáveis, mas elas precisam ser carregadas fora do instrumento. O número de medições que se pode fazer com essas pilhas normalmente difere do número possível com pilhas alcalinas.

Este testador é equipado com 6 pilhas de 1,5 V IEC LR6 do tipo AA. Substitua ou recarregue as pilhas se o indicador mostrar 1 ou 0 bars.

Para inserir as pilhas:

1. Desligue o instrumento, consulte a Figura 2.
2. Desconecte todos os terminais de teste.
3. Abra o compartimento de pilhas.
4. Instale as pilhas. Sempre substitua todas as pilhas.
5. Feche o compartimento de pilhas.

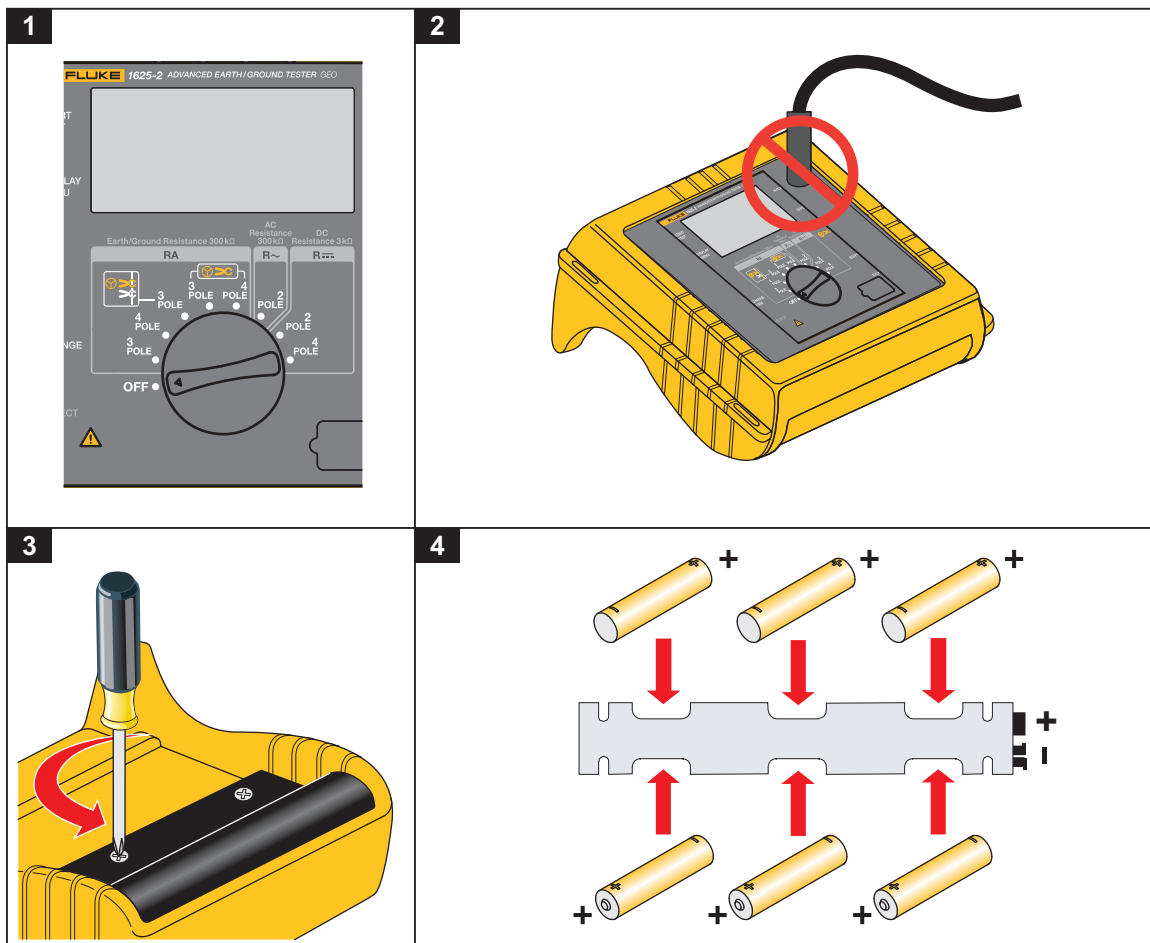


Figura 2. Inserção da pilha

edw070.eps

⚠️ ⚠️ Advertência

Para evitar possíveis choques elétricos, incêndios ou ferimentos:

- A tampa das pilhas deve ser fechada e trancada antes da operação do produto.
- Substitua as baterias quando o indicador mostrar que a carga está baixa, para evitar medições incorretas.
- As baterias contêm produtos químicos perigosos que podem causar queimaduras ou explosão. Caso haja exposição a produtos químicos, limpe o local atingido com água e procure atendimento médico.

⚠️ Advertência

Para garantir operação segura do Produto:

- Conserte o produto antes de usá-lo caso ocorra vazamento em alguma pilha.
- Certifique-se de que a polaridade da bateria esteja correta, para evitar vazamentos.

Descrição das funções

As funções são selecionadas através do botão seletor central. Quatro botões de comando iniciam as medições, leia os valores de medição complementares e selecione as funções especiais. Para obter mais informações, veja a Tabela 6

Os valores de medição são mostrados em um visor de cristal líquido com unidades. Caracteres especiais adicionais indicam o modo de medição, as condições de operação e as mensagens de erro.

O testador inclui essas funções de medição:

- **Tensão de interferência (U_{ST})** Retificação de onda completa para cc e ca. Se os valores limites forem ultrapassados, nenhuma medição será iniciada.
- **Frequência de interferência (F_{ST})** No caso de tensão de interferência >1 V, a frequência é derivada da duração do intervalo de tempo.
- **Resistência de aterramento (R_E)** A resistência de aterramento é determinada pela medição da tensão e da corrente em 3 ou 4 polos. A tensão de medição é uma tensão de CA de pulso quadrado com 48 /20 V e uma frequência de 94, 105, 111 ou 128 Hz. A frequência pode ser selecionada manualmente ou automaticamente (AFC). 55 Hz na função R^* .
- **Medição de aterramento seletiva ($R_E \supset C$)** A medição de um eletrodo de aterramento individual em um sistema de malhas de aterramento (paralelo). A corrente no eletrodo de aterramento individual é medida com um transformador de corrente externo.
- **Resistência ($R_{\sim}$)** A resistência é determinada pela medição da tensão e da corrente em 2 polos. A tensão de medição é uma tensão CA de pulso quadrado com 20 V e frequência de 94, 105, 111 ou 128 Hz. A frequência pode ser selecionada manualmente ou automaticamente (AFC).
- **Baixa resistência ($R_{\overline{\sim}}$)** A resistência é determinada com base na medição de tensão e corrente CC. É possível efetuar medições em 2 ou 4 polos. A corrente de curto-circuito é > 200 mA. A resistência nos dois sentidos da corrente é medida e gravada.
- **Verificação de conexão adequada de medição** O testador verifica se o terminal de medição está corretamente conectado para a função selecionada, através de contatos isolados compostos de duas peças dentro de cada soquete de entrada (tipo banana) de 4 mm e junto com circuitos de detecção. Se a conexão estiver incorreta, ou se não houver conexão, isso será indicado por um aviso sonoro ou visual.
- **Sinalizador sonoro** O bipe embutido tem duas funções:
 - Enviar mensagem se os valores limites forem excedidos.
 - Indicar condição perigosa ou operação com falha.
- **Indicador de carga das pilhas** Um indicador de nível de bateria de 4 segmentos mostra o status da bateria.

Operação

Advertência

Para evitar possível choque elétrico ou ferimento pessoa, use o instrumento apenas em sistemas livres de tensão.

1. Escolha a função de medição com o botão seletor central.
2. Conecte os terminais de medição ao instrumento.
3. Inicie as medições pressionando o botão "START TEST" (iniciar teste).
4. Veja no visor a indicação do valor medido.

Operação avançada

Funções de ligação

Ao ligar o instrumento com o botão seletor central, é possível acessar certas condições de operação pressionando-se certas combinações de botões:

a) Modo padrão

Se o dispositivo for ligado sem controle de botão, ele entrará no modo de economia de energia (com o visor em modo de espera, indicando "---") durante cerca de 50 segundos após o término de uma medição, ou após um dos botões ser pressionado ou o comutador giratório ser girado. Pressionar "DISPLAY MENU" (Exibir menu) reativa o instrumento; os últimos valores medidos são reapresentados. Após 50 minutos de inatividade, o visor se desliga totalmente. O instrumento pode ser religado colocando o botão seletor na posição ON/OFF (liga/desliga)

b) Desativação da opção de espera

Pressionar simultaneamente os botões "DISPLAY MENU" (Exibir menu) e "CHANGE ITEM" (Mudar item) ao ligar impede que o instrumento se desligue automaticamente (Modo de espera). O modo de economia de energia é reativado quando o botão seletor central é colocado na posição ON/OFF (liga/desliga).

c) Teste de visor prolongado

Ao pressionar o botão "DISPLAY MENU" (Exibir menu) ao ligar o instrumento, o teste do visor pode ser prolongado pelo período desejado. Para voltar ao modo de operação Standard, basta pressionar qualquer botão ou girar o seletor central.

d) Número da versão de software

Ao pressionar o botão "SELECT" (Selecionar) durante a sequência de ligação, o número da versão do software aparece no visor. Ao pressionar o botão "DISPLAY MENU" (exibir menu), pode-se passar para a indicação da data da última calibração. Esta sequência de exibição é desativada ao se mudar a posição do botão seletor ou ao se pressionar o botão "START TEST" (iniciar teste).

Formato de exibição: Versão do software: X. X X

As funções de medição têm dois modos operacionais iniciais: o loop de controle e o loop de medição.

Ciclo de controle

Após girar o botão seletor de função, o instrumento entra no modo de exibição de tensão. Se o botão "DISPLAY MENU" (exibir menu) for pressionado nesse momento, será iniciado o ciclo de controle. Dependendo da função de medição selecionada, determinados valores de configuração são apresentados e podem ser mudados, quando o instrumento estiver no ciclo de controle. O botão "DISPLAY MENU" (Exibir menu) alterna entre os diferentes valores definidos em um loop contínuo. Com o botão "SELECT" (Selecionar) é possível escolher a configuração e ser alterada. Ao se pressionar o botão "CHANGE ITEM" (mudar item) o instrumento passa de um valor de definição para outro ou aumenta a casa decimal selecionada em 1, com "SELECT" (selecionar).

Após terminada a definição de parâmetros, é possível abrir a próxima exibição com "DISPLAY MENU" (Exibir menu) ou iniciar uma medição com "START TEST" (Iniciar teste).

Dependendo da função selecionada, os parâmetros podem ser exibidos ou alterados. Consulte a Tabela 6.

Tabela 6. Parâmetros de loop de controle

Função	Parâmetro	Faixa de ajuste	Observações
3 polos RE e	U ST		somente exibição
	F ST		somente exibição
	F _M	(AFC/94/105/111/128) Hz	
	U _M	48 V/20 V	selecionável, até 20 V com CODE (código)
	R _K	0,000 Ω ... 29,99 Ω	apenas na posição de 3 polos RE ^[1]
	RE LIMIT	0,000 Ω ... 999 kΩ	somente se ativado com CODE (código)
	4 polos RE		
	♪ (aviso sonoro)	Liga/Desliga	é ativado com CODE (código)
	R ^[1]	Liga/Desliga	somente se ativado com CODE (código)
RE	U ST		somente exibição
	F ST		somente exibição
∞	U _M	48 V/20 V	selecionável, até 20 V com CODE (código)
e 4 polos RE ∞	R _K	0,000 Ω ... 29,99 Ω	apenas na posição de 3 polos RE ^[1]
	I (razão)	80 ... 1200	somente exibição
	RE LIMIT	0,000 Ω ... 999 kΩ	somente se ativado com CODE (código)
	♪ (aviso sonoro)	Liga/Desliga	somente se RE LIMIT for ativado com CODE (código)
	R*	Liga/Desliga	somente se ativado com CODE (código)
	U ST		somente exibição
R~	F ST		somente exibição
	F _M	(AFC/94/105/111/128) Hz	
	R _K	0,000 Ω ... 29,99 Ω	
	R ~ LIMIT	0,000 Ω ... 999 kΩ	somente se ativado com CODE (código)
	♪ (aviso sonoro)	Liga/Desliga	somente se R ~ LIMIT for ativado com CODE (código)
R _∞ 2 polos e 4 polos	U ST		somente exibição
	F ST		somente exibição
	R _K	0,000 Ω ... 29,99 Ω	
	R LIMIT	0,000 Ω ... 9,99 kΩ	somente se ativado com CODE (código)
	♪ (aviso sonoro)	Liga/Desliga	somente se R LIMIT for ativado com CODE (código)
[1] Consulte <i>Compensação do terminal de conexão do eletrodo de aterramento</i> .			

Loop de medição

Para entrar neste ciclo, pressione o botão "START TEST" (iniciar teste). Após soltar o botão "START TEST", o valor da última medição é apresentado no visor. Pode-se ver todos os valores suplementares pressionando o botão "DISPLAY MENU" (exibir menu) repetidamente. Se um valor medido estiver acima ou abaixo de um limite predefinido, o limite também poderá ser exibido (com "DISPLAY MENU" [Exibir menu]). Nesse caso, o valor aparece piscando, enquanto o valor limite aparece sem piscar.

No ciclo de medição, não é possível mudar parâmetros.

Outras opções de operação dos botões:

O aviso sonoro (🔊) pode ser cancelado com o botão "DISPLAY MENU" (Exibir menu) com troca da exibição), "CHANGE ITEM" (Mudar item) ou "SELECT" (Selecionar) (sem troca de exibição).

Verificação de conexão de medição (Alocação de soquete) correta

O instrumento efetua uma verificação automática de acordo com a medição selecionada, para verificar se estão sendo usados os soquetes de entrada corretos.

Os símbolos     e  >  no visor correspondem a um soquete específico como mostrado na Figura 4.

De acordo com o modo em que os símbolos são exibidos, pode-se deduzir que fios estão conectados, da seguinte forma:

- soquete conectado incorretamente (ou por enquanto, não conectado): o símbolo correspondente pisca.
- soquete conectado corretamente: o símbolo correspondente permanece ativo
- soquete sem conexão: o símbolo correspondente fica em branco

Interferência - Medição de tensões e frequências

Esta função de medição detecta possíveis tensões de interferência e as respectivas frequências. Esta função é automaticamente ativada em todas as posições do seletor, antes de medições de aterramento ou resistência. Se os valores de limite predefinidos forem excedidos, a tensão da interferência será indicada como muito elevada, e uma medição será automaticamente impedida. A frequência de uma tensão de interferência só poderá ser medida se o nível dessa tensão de interferência for superior a 1 V.

Coloque o botão seletor central na posição desejada, veja o valor medido da tensão de interferência; o valor medido da frequência de interferência é indicado através de "DISPLAY" (Visor).

Medição de resistências de aterramento

Este instrumento oferece capacidade para medição de resistência em 3 e 4 polos, possibilitando medir a resistência de sistemas de aterramento bem como a resistividade do solo do extrato geológico. Descrições específicas das diversas aplicações são apresentadas mais adiante neste manual. Como função especial, o instrumento possibilita efetuar medições com transformador de corrente externo, o que permite medir ramificações individuais de resistência em redes interligadas (sistemas de para-raios e postes de alta tensão com cabos), sem necessidade de isolar partes do sistema. Veja a figura 3.

Para garantir a melhor supressão de interferência durante as medições, o instrumento oferece frequências de medição (94 Hz, 105 Hz, 111 Hz, 128 Hz) com comutação automática, se necessário (AFC). A frequência de medição correspondente usada para determinada medição pode ser chamada e exibida através de DISPLAY MENU (Exibir menu), após a medição ser feita. Além disso, pode-se selecionar uma das quatro frequências de medição e defini-la permanentemente, em casos especiais. Nesse caso, para estabilizar a exibição no visor, pode-se ver a média da medição que é feita durante 1 minuto quando se mantém o botão START TEST (Iniciar teste) pressionado.

Para determinar a impedância do aterramento (R^*), é efetuada uma medição em frequência próxima à das linhas de alimentação (55 Hz). Quando R^* é ativada por meio do código do usuário, essa frequência de medição é ativada automaticamente.

Para que o instrumento seja fornecido no estado mais simples possível, todas as funções especiais, como entrada de LIMITE, programação do BIPE e medição de impedância de aterramento (R^*), não são ativadas na fábrica. Elas podem ser ativadas com o código personalizado do usuário (consulte *Como mudar todas as definições de dados por meio do CÓDIGO personalizado*).

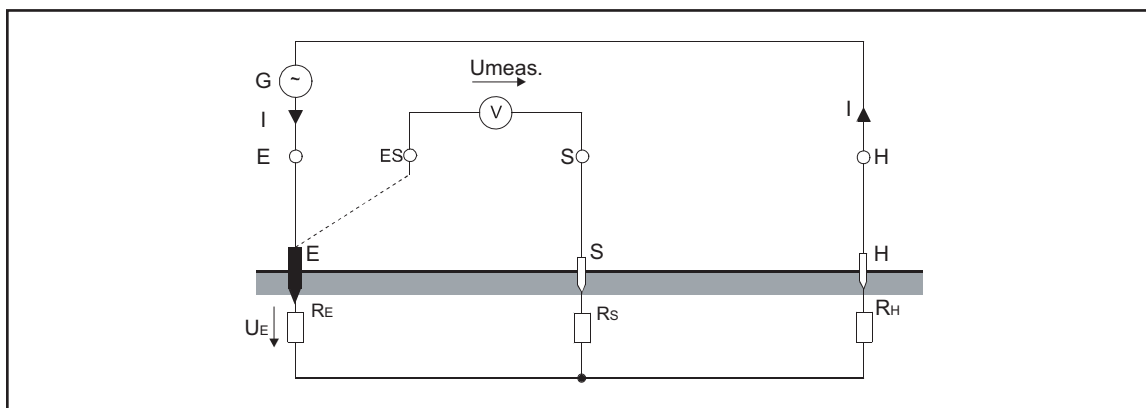


Figura 3. Método de medição de resistências de aterramento

Medição de resistência de aterramento em 3 e 4 polos

Esta função de medição mede as resistências de aterramento e dissipação de aterramento de eletrodos de aterramento individuais, eletrodos de aterramento de fundação e outros sistemas de aterramento, com o uso de duas hastes de ligação à terra. Veja a figura 4.

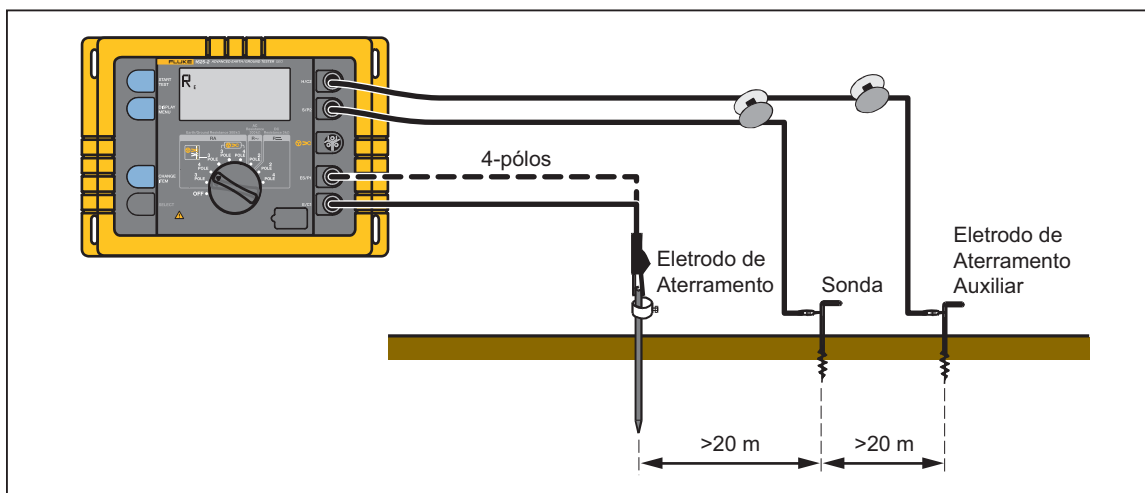


Figura 4. Medição de resistência de aterramento de 3 e 4 polos - Processo

eha012.eps

1. Gire o botão seletor central para a posição "R_E 3pole" ou R_E 4pole"

As ligações do instrumento devem ser feitas de acordo com a figura abaixo e as instruções apresentadas no visor.

Quando os símbolos dos soquetes (E) (S) (H) ou ∞ , piscam, significa que a conexão do terminal de medição está incorreta ou incompleta.

2. Pressione o botão "START TEST" (iniciar teste).

Nesse momento, é iniciada uma sequência de teste totalmente automatizada de todos os parâmetros pertinentes, tais como resistências do eletrodo auxiliar de aterramento, do eletrodo de aterramento e da sonda; a sequência termina, e os resultados de R_E são exibidos.

3. Leia o valor de medição R_E.
4. Chame R_S e R_H com "DISPLAY MENU" (Exibir menu).

Observações referentes à colocação das hastes de aterramento:

Antes de configurar as hastes de aterramento para a sonda e o eletrodo auxiliar de aterramento, verifique se a sonda está definida fora da área do gradiente potencial do eletrodo de aterramento e do eletrodo auxiliar de aterramento. Essa condição normalmente é alcançada deixando-se uma distância de mais de 20 metros entre o eletrodo de aterramento e as hastes de aterramento, e entre as hastes de aterramento.

Após reposicionar o eletrodo auxiliar ou sonda, é feito um teste da exatidão dos resultados por meio de outra medição. Se o valor obtido for igual, a distância é suficiente. Se o valor medido for diferente, a sonda ou o eletrodo auxiliar de aterramento precisará ser reposicionado até o valor medido de R_E permanecer constante.

Os fios das hastes não devem ficar muito próximos entre si.

Medição de 3 pólos com terminais de conexão de eletrodo de aterramento mais longos

Use uma das bobinas de cabo acessório como terminal de conexão do eletrodo de aterramento. Desenrole o cabo completamente e efetue a compensação da resistência da linha, conforme descrito em *Compensação do terminal de conexão do eletrodo de aterramento*.

Medição por tempo médio:

Se aparecer um aviso com os dizeres MEASURED VALUE UNSTABLE (valor medido instável) após a sequência de teste (consulte a Tabela 5), é muito provável que seja devido a sinais de interferência intensos, como tensão instável de ruído). Contudo, para obter valores confiáveis, o instrumento tem uma função de cálculo de média durante um período prolongado.

1. Selecione uma frequência fixa (consulte *Ciclo de controle*).
2. Mantenha pressionado o botão "START TEST" (Iniciar teste) até que o aviso "measured value unstable" (valor medido instável) desapareça. O tempo máximo médio é de aproximadamente 1 minuto.

Medição de resistências de eletrodos de aterramento individuais em sistemas de malha de aterramento com método seletivo e alicate

Este método de medição foi criado para medir eletrodos de aterramento individuais em sistemas de malha ou com fiação permanente (por ex., sistema de para-raios com diversos eletrodos ou postes de alta tensão com cabeamento de ligação à terra). Através da medição da passagem efetiva da corrente no eletrodo de aterramento, este método de medição especial fornece a capacidade exclusiva de medir de forma seletiva apenas esta resistência específica, usando um transformador tipo alicate (acessório). Veja a figura 5. Outras resistências paralelas aplicadas não são levadas em conta e não distorcem o resultado de medição.

Portanto, não é necessário desconectar o eletrodo de aterramento antes de efetuar a medição.

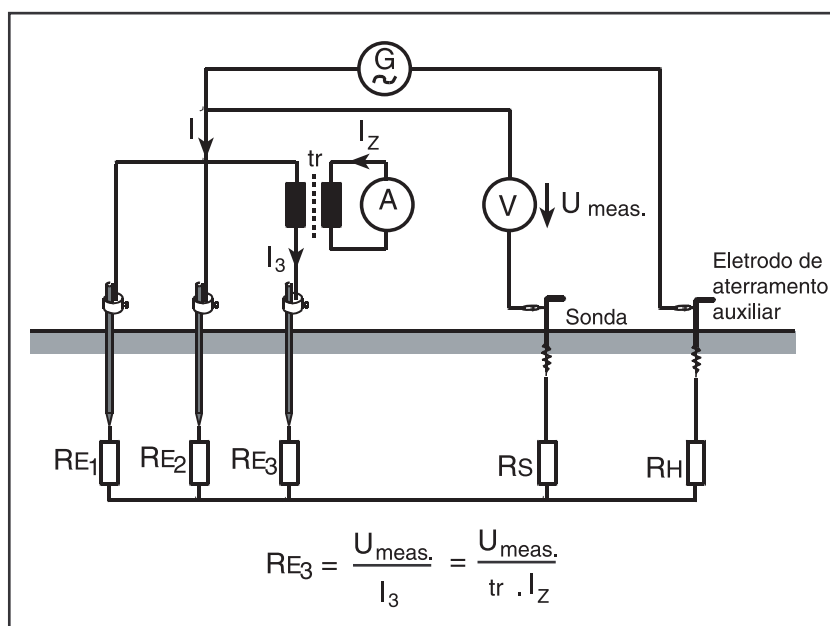


Figura 5. Medição de resistências de eletrodos de aterramento individuais em sistemas de malha de aterramento

Os erros do transformador de corrente podem ser corrigidos conforme descrito em *transformador do tipo alicate*.

Medição de resistências de eletrodos de aterramento individuais em 3 e 4 polos

Gire o botão seletor central até a posição "RE 3pole" ou "RE 4pole". As ligações do instrumento devem ser feitas de acordo com a Figura 6 e as mensagens no visor.

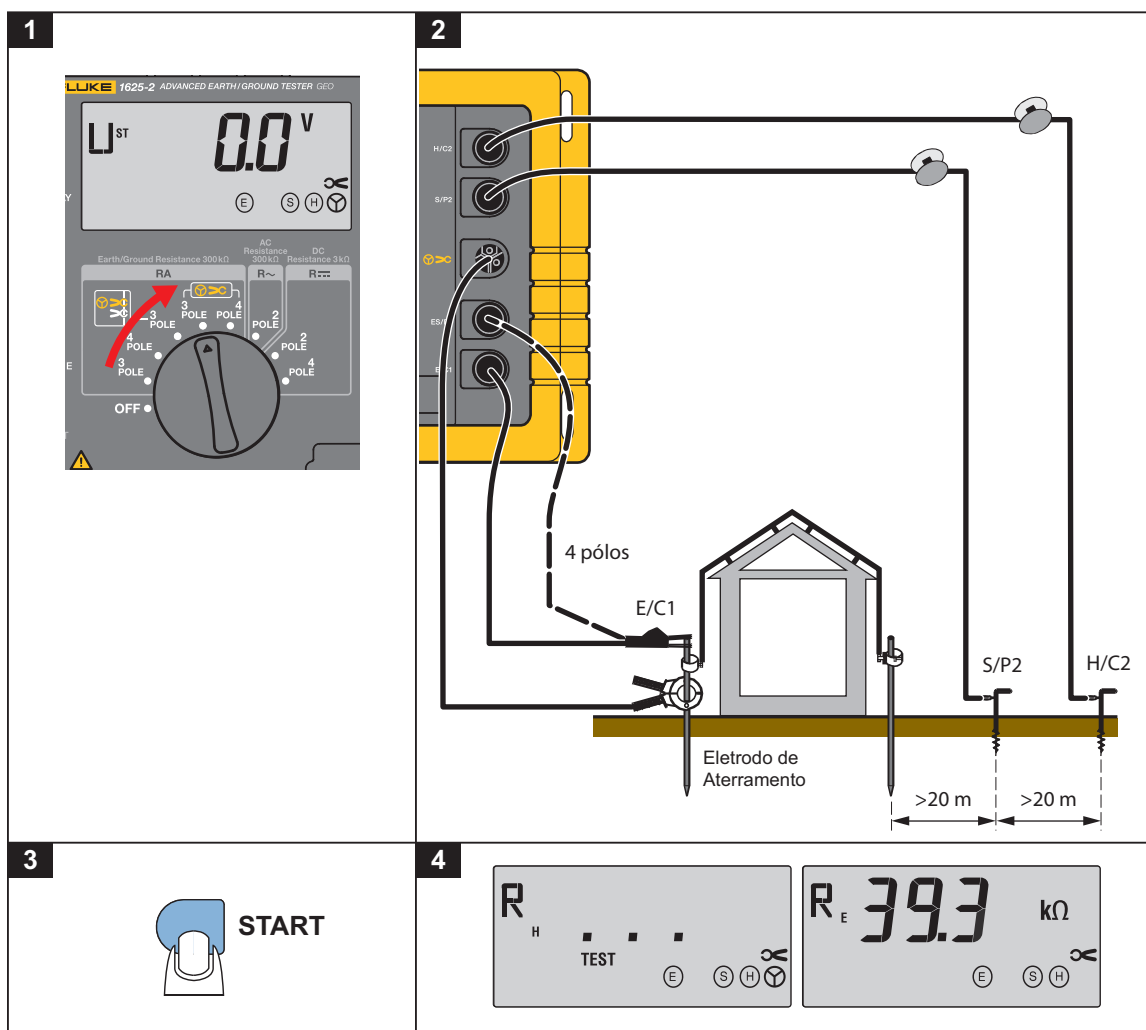


Figura 6. Medição de resistências de eletrodos aterramento de individuais em 3 e 4 polos

Quando os símbolos dos soquetes (E)(S)(H) ou RE, piscam, significa que a conexão do terminal de medição está incorreta ou incompleta.

Prenda o transformador tipo alicate no eletrodo de aterramento a ser medido.

Assegure-se de que a relação de transformação do alicate definida no instrumento corresponda à usada no transformador. Se necessário, mude as definições (consulte *Como mudar todas as definições de dados por meio do CÓDIGO personalizado*).

Observação

A relação predefinida de fábrica é a correta para o alicate sensor EI162X

Pressione o botão "START TEST" (iniciar teste).

Nesse momento, é iniciada uma sequência de teste totalmente automatizada de todos os parâmetros pertinentes, tais como resistências do eletrodo auxiliar de aterramento, do eletrodo de aterramento e da sonda; a sequência termina, e os resultados de R_E são exibidos.

1. Leia o valor de medição R_E .
2. Chame R_S e R_H com "DISPLAY MENU" (Exibir menu).

Observações referentes à colocação das hastes de aterramento:

Antes de ajustar as hastes de aterramento para a sonda e o eletrodo auxiliar, verifique se a sonda está fora do gradiente de potencial do eletrodo de aterramento e do eletrodo auxiliar. Normalmente, essas condições são conseguidas deixando uma distância de pelo menos 20 metros entre o eletrodo de aterramento e as hastes de aterramento, bem como entre as hastes. Após reposicionar o eletrodo auxiliar ou sonda, é feito um teste de exatidão dos resultados por meio de outra medição. Se o valor obtido for igual, a distância é suficiente. Se o valor obtido for diferente, a sonda ou eletrodo auxiliar de aterramento precisa ser reposicionado até o valor medido de R_E permanecer constante.

Os fios das hastes não devem estar muito próximos uns dos outros.

Medição de 3 pólos com terminais de conexão de eletrodo de aterramento mais longos

1. Use uma das bobinas de cabo acessório como terminal de conexão do eletrodo de aterramento.
2. Desenrole o cabo completamente e efetue a compensação da resistência da linha, conforme descrito em "Compensação do terminal de conexão do eletrodo de aterramento".

Medição do tempo médio

Se aparecer um aviso com os dizeres MEASURED VALUE UNSTABLE (valor medido instável) após a sequência de teste (consulte a Tabela 5), é muito provável que seja devido a sinais de interferência intensos, como tensão instável de ruído). Para obter valores confiáveis, o instrumento tem uma função de cálculo de média durante um período prolongado.

1. Selecione uma frequência fixa (consulte *Ciclo de controle*).
2. Mantenha pressionado o botão "START TEST" (Iniciar teste) até que o aviso "MEASURED VALUE UNSTABLE" (valor medido instável) desapareça. O tempo máximo médio é de aproximadamente 1 minuto.

Medições em postes de alta tensão

Medição da resistência de aterramento sem desmontar o cabo de aterramento das linhas aéreas, por método seletivo com alicate

A medição da resistência de aterramento de um único poste de alta tensão geralmente requer a desmontagem das linhas aéreas (levantadas) ou a separação do sistema de aterramento e da estrutura do poste. Se isso não for feito, as medições poderão indicar resultados falsos de resistência do eletrodos de aterramento do poste, devido ao circuito paralelo dos outros postes conectados entre si pela linha de aterramento aérea.

O novo método de medição empregado pelo instrumento, com o transformador de corrente externo para medir a corrente efetiva no eletrodo de aterramento, permite medir resistências do eletrodo de aterramento sem desconectar o sistema de aterramento ou desmontar as linhas aéreas. Veja a figura 7.

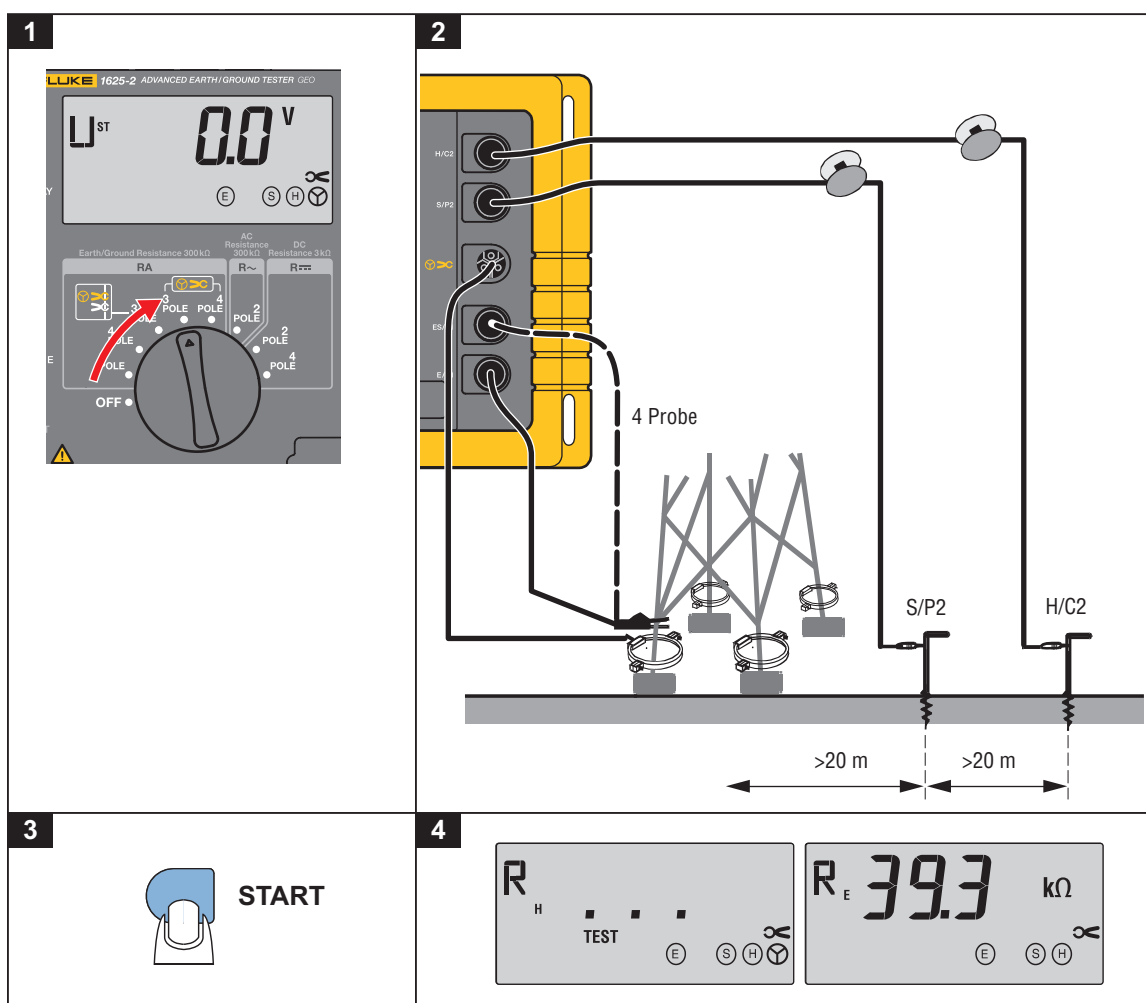


Figura 7. Resistência de aterramento sem desconectar a linha de aterramento aérea

edw016.eps

Como os quatro stubs do poste são conectados ao terra de proteção do poste, a corrente de medição I_{meas} é dividida em cinco componentes de acordo com as resistências presentes.

Uma parte passa pela estrutura do poste para as linhas aéreas e o circuito em paralelo das resistências de aterramento do poste.

Os outros quatro componentes de corrente ($I_1 \dots I_4$) passam pelos pés de cada poste individual.

A adição de toda as correntes resulta na corrente I_E que passa pela resistência de aterramento, por exemplo, da resistência do eletrodo de aterramento "composto" para o solo.

Se o transformador de corrente for preso a cada stub do poste consecutivamente, as quatro resistências precisarão ser medidas; isso mostrará um comportamento inversamente proporcional aos componentes de corrente correspondentes $I_1 \dots I_4$. O ponto de entrada da corrente de medição deve ser deixado sem nenhuma mudança, para evitar alterações na distribuição da corrente.

Assim, essas resistências equivalentes são apresentadas como:

$$R_{Ei} = \frac{U_{meas}}{I_i}$$

Portanto, a resistência de aterramento R_E do poste é determinada como um circuito em paralelo das resistências equivalentes individuais:

$$R_E = \frac{1}{\frac{1}{R_{E1}} + \frac{1}{R_{E2}} + \frac{1}{R_{E3}} + \frac{1}{R_{E4}}}$$

1. Gire o comutador rotativo para a posição "➤ R_E 3pole" ou "➤ R_E 4pole". As ligações do instrumento são feitas de acordo com a Figura 7 e as mensagens no visor.

Quando os símbolos dos soquetes $\textcircled{E} \textcircled{S} \textcircled{S} \textcircled{H}$ ou $\textcircled{Y} \text{➤C}$, piscam, significa que a conexão do terminal de medição está incorreta ou incompleta.

2. Aplique o transformador de corrente no stub do poste. Assegure-se de que a relação de transformação definida no instrumento corresponda à corrente usada pelo transformador. Se necessário, mude as definições (consulte "Como mudar todas as definições de dados por meio do CÓDIGO personalizado").
3. Pressione o botão "START TEST" (iniciar teste).

Nesse momento, é iniciada uma sequência de teste totalmente automatizada de todos os parâmetros pertinentes, tais como resistências do eletrodo auxiliar de aterramento, do eletrodo de aterramento e da sonda; a sequência termina e os resultados de R_E são exibidos.

4. Leia o valor de medição R_E .
5. Chame R_S e R_H com "DISPLAY MENU" (Exibir menu).

Aviso sobre a colocação das hastes de aterramento:

Antes de configurar as hastes de aterramento para a sonda e os eletrodos auxiliares de aterramento, verifique se a sonda está definida fora da área do gradiente potencial do eletrodo de aterramento e do eletrodo auxiliar de aterramento. Esse estado normalmente é obtido deixando-se uma distância de pelo menos 20 metros entre o eletrodo de aterramento e as hastes de aterramento, bem como entre as hastes. Após reposicionar o eletrodo auxiliar ou sonda, é feito um teste da exatidão dos resultados por meio de outra medição. Se o resultado for igual, a distância é suficiente. Se o valor medido for diferente, a sonda ou o eletrodo auxiliar de aterramento precisa ser reposicionado até o valor medido de R_E permanecer constante. Os fios das hastes não devem estar muito próximos uns dos outros.

1. Aplique o transformador de corrente ao stub do próximo poste.
2. Repita a sequência de medição.

O ponto de entrada de corrente da corrente de medição (clipe-jacaré) e a polaridade do transformador de corrente de núcleo divididos não podem ser alterados.

Depois de determinar os valores de R_{Ei} para cada pé do poste, a resistência de aterramento atual R_E será calculada:

$$R_E = \frac{1}{\frac{1}{R_{E1}} + \frac{1}{R_{E2}} + \frac{1}{R_{E3}} + \frac{1}{R_{E4}}}$$

Observação

Se o valor de R_E exibido for negativo, mesmo com o transformador de corrente na direção correta, significa que parte da corrente de medição está indo para cima, para a estrutura da torre. A resistência de aterramento, agora ativa, é corretamente calculada se as resistências equivalentes individuais (com polaridade certa) forem inseridas na equação acima.

Medição por tempo médio:

Se aparecer um aviso com os dizeres MEASURED VALUE UNSTABLE (valor medido instável) após a sequência de teste (consulte a Tabela 5), é muito provável que seja devido a sinais de interferência intensos, como tensão instável de ruído).

Para obter valores confiáveis, o instrumento oferece um cálculo de média durante um período prolongado:

1. Selecione uma frequência fixa (consulte *Ciclo de controle*).
2. Mantenha pressionado o botão "START TEST" (Iniciar teste) até que o aviso "MEASURED VALUE UNSTABLE" (valor medido instável) desapareça. O tempo máximo médio é de aproximadamente 1 minuto.

Medição da impedância de aterramento com 55 Hz (R^*)

Para o cálculo de correntes de curto-circuito em instalações de fornecimento de energia elétrica, a impedância de aterramento complexa é importante. É possível efetuar medições diretas nas seguintes condições:

Ângulo de fase a 50 Hz: $30^\circ \dots 60^\circ$ indutivo

Eletrodo auxiliar de aterramento (ôhmico): $>100 \cdot Z_E$

Processo de medição:

A medição da impedância de aterramento (R^*) só é possível se for ativada através do código personalizado do usuário (veja "Mudança dos dados de configuração através do código personalizado"). Se essa função de medição for ativada, a impedância de aterramento R^* será exibida antes de qualquer outro valor medido, em cada medição das quatro posições de R_E .

Correção dos erros do transformador do tipo alicate

Se os resultados de medição de uma resistência de aterramento com o transformador tipo alicate forem substancialmente diferentes do que os medidos sem o alicate, pode ser que a diferença se deva aos níveis de tolerância do transformador de corrente tipo alicate. Esse erro pode ser corrigido fazendo-se o ajuste fino da relação de transformação do alicate (definição básica de 1000:1). Essa correção se aplica à faixa de corrente do transformador usado. Para outras faixas, poderá ser necessário outro tipo de correção.

1. Conecte um resistor de baixo Ohm (aproximadamente 1 Ohm – na faixa a ser corrigida) conforme mostrado na Figura 8.

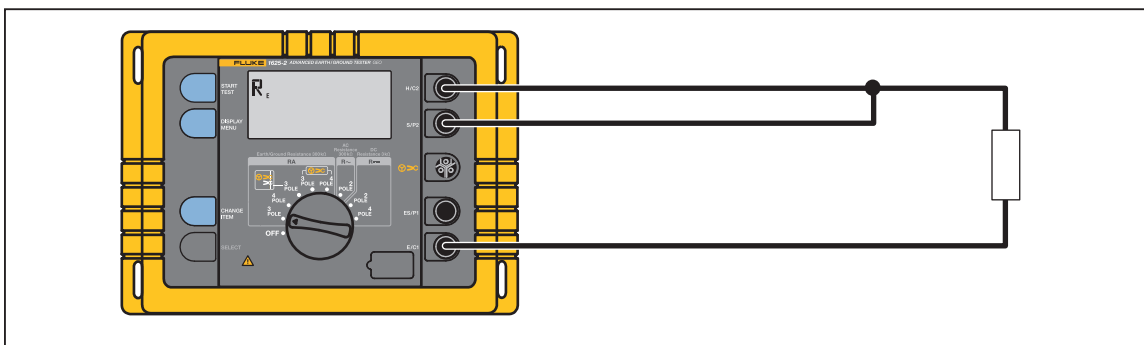


Figura 8. Correção de erros do transformador do tipo alicate

edw017.eps

2. Coloque o botão seletor central na posição " $\rightarrow R_E$ 4pole".

3. Pressione o botão "START TEST" (iniciar teste) e observe o resultado do valor de R_E .
4. Conecte o transformador tipo alicate. Veja a figura 9.

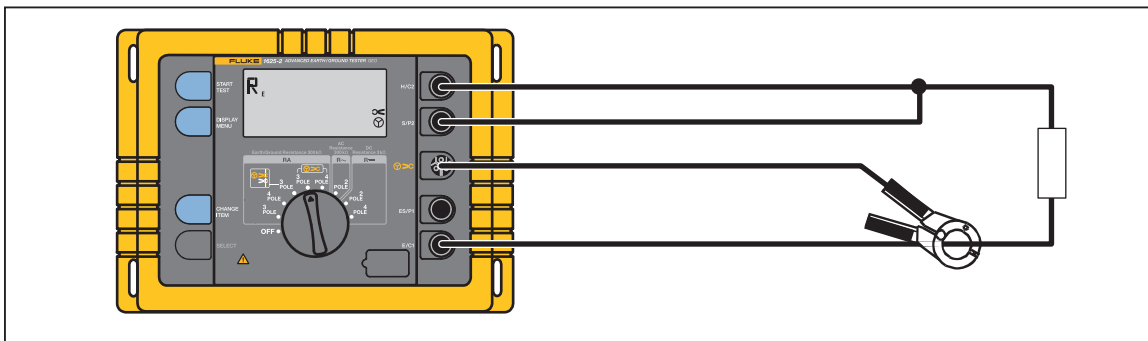


Figura 9. Conexão do transformador do tipo alicate

edw018.eps

5. Coloque o botão seletor central na posição "**RE 3pole**".
6. Pressione novamente o botão "START TEST" (iniciar teste).

Se o valor R_E medido for diferente do valor R_E obtido sem o transformador tipo alicate em mais de 5%, ajuste a relação de transformação do alicate (tr) desta forma:

$$tr_{new} = tr_{old} \times \frac{R_E (withclip - ontransformer)}{R_E (withoutclip - onTransformer)}$$

Exemplo:

Seu transformador do tipo alicate tem uma taxa de transformação $tr = 1000:1$. A medição sem o transformador do tipo alicate resulta em um valor $R_E = 0,983 \Omega$. Com um transformador do tipo alicate, é medido um valor de $R_E = 1,175 \Omega$.

Logo, o desvio indica $(1,175 - 0,983) \Omega = +0,192 \Omega$ e, com referência a $R_E = 0,983 \Omega$ é apresentado o seguinte erro:

$$100\% \times \frac{0.192\Omega}{0.983\Omega} = +19.5\%$$

A nova relação de transformação a ser definida é calculada:

$$tr_{new} = 1000 \times \frac{1.175}{0.983} = 1195$$

Compensação do terminal de conexão do eletrodo de aterramento

Se a resistência da linha ao eletrodo de aterramento não puder ser ignorada, é possível efetuar a compensação da resistência do terminal de conexão ao eletrodo de aterramento.

Processo de medição:

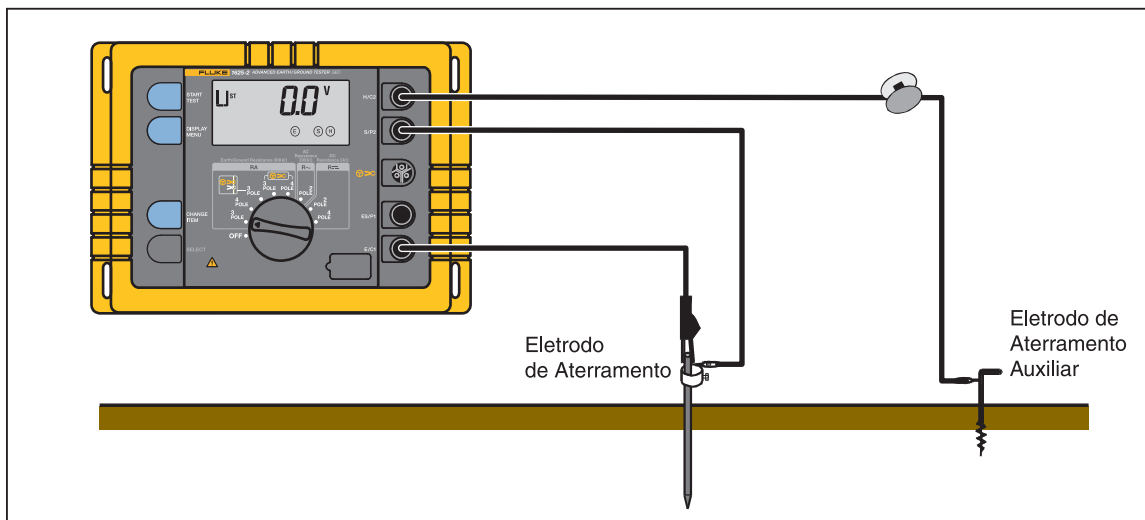


Figura 10. Compensação do eletrodo de aterramento conectado ao terminal

eha019.eps

Para fazer uma compensação:

1. Coloque o botão seletor central na posição " R_E 4pole".
2. Conecte o instrumento conforme mostrado na Figura 10.
3. Ative o visor R_K com o botão "DISPLAY MENU" (Exibir menu).
4. Efetue a compensação, pressionando o botão "START TEST" (iniciar teste).

A resistência de compensação é exibida somente enquanto o botão "START TEST" está sendo pressionado. Após soltar o botão "START TEST", o valor medido é armazenado e o instrumento de medição volta às configurações padrão no início de cada medição; medições sucessivas de resistência de aterramento podem ser feitas pressionando novamente o botão "START TEST" (iniciar teste). Depois disso, o valor de R_K é subtraído do valor real medido.

Se o valor de compensação precisar ser redefinido no valor básico (0,000 Ω), a sequência de compensação precisará ser realizada com um terminal de medição aberto (desconectado) ou girar o seletor até a próxima posição e, em seguida, girar de volta.

Medição da resistividade do solo

A resistividade do solo é a quantidade geológica e física com base nas quais são calculados e projetados os sistemas de aterramento. O procedimento de medição mostrado na Figura 11 usa o método elaborado por Wenner (F.Wenner, A method of measuring earth resistivity; Bull. National Bureau of Standards, Bulletin 12 (4), Paper 258, S 478-496; 1915/16).

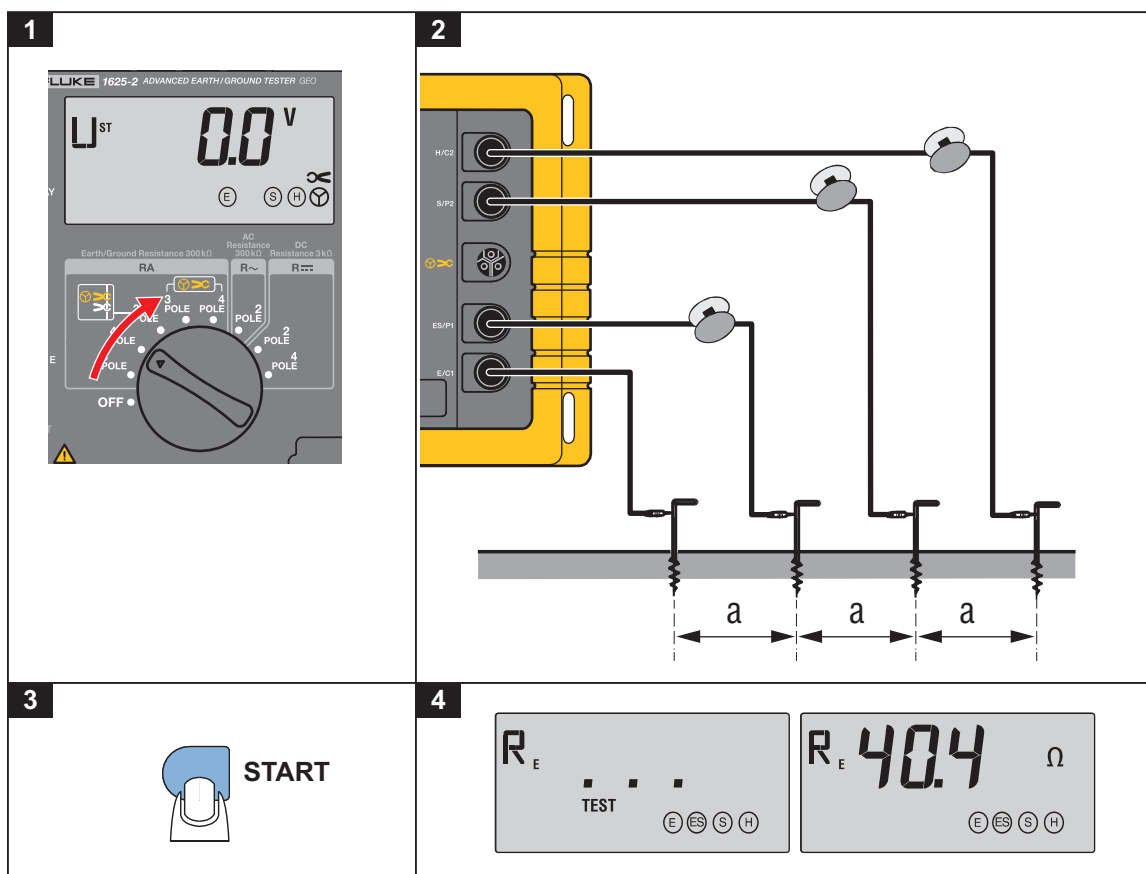


Figura 11. Medição da resistividade do solo

edw020.eps

1. 4 hastes de aterramento do mesmo comprimento são colocadas no solo numa linha reta e equidistantes entre si (distância "a"). As hastes de aterramento não devem estar em profundidade maior que 1/3 de "a".
2. Coloque o comutador giratório central na posição " R_E 4pole".
As ligações do instrumento devem ser feitas de acordo com a figura abaixo e as instruções apresentadas no visor.
Quando os símbolos dos soquetes $\textcircled{E} \textcircled{ES} \textcircled{S} \textcircled{H}$ ou $\textcircled{Y} \textcircled{>C}$, piscam, significa que a conexão do terminal de medição está incorreta ou incompleta.
3. Pressione o botão "START TEST" (iniciar teste).

4. Leia o valor de medição R_E .

A resistividade do solo é calculada com base no valor de resistência R_E de acordo com a equação:

$$\rho_E = 2\pi \cdot a \cdot R_E$$

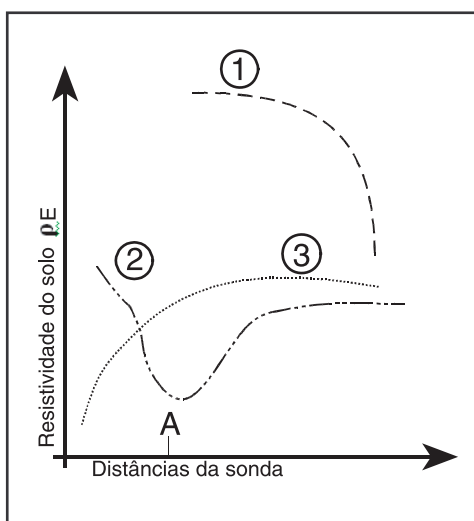
ρ_E valor médio da resistividade do solo (Ωm)

R_E resistência medida (Ω)

a distância da sonda (m)

O método de medição de Wenner determina a resistividade do solo até uma profundidade que equivale aproximadamente à distância "a" entre duas hastes de aterramento. Aumentando-se a distância "a", é possível medir extratos em maior profundidade e verificar sua uniformidade. Mudando-se a distância "a" várias vezes, pode-se obter um perfil de medidas com base no qual é possível identificar um eletrodo de aterramento adequado.

Conforme a profundidade a ser medida, a distância "a" é selecionada entre 2 m e 30 m. Esse procedimento resulta nas curvas ilustradas no gráfico abaixo.



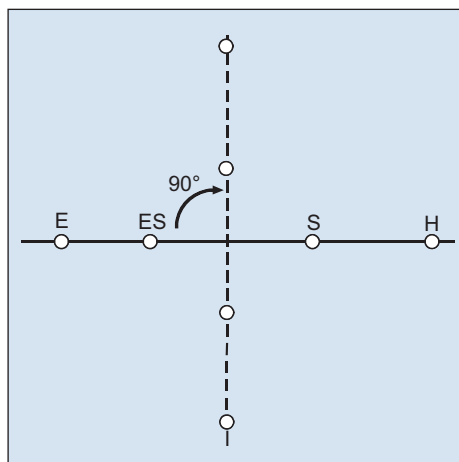
eha021.eps

Curva 1: Conforme ρ_E diminui com a profundidade, é aconselhável usar um eletrodo de aterramento profundo.

Curva 2: Conforme ρ_E diminui apenas no ponto A, um aumento de profundidade maior que A não melhora os valores.

Curva 3: Com o aumento na profundidade, ρE não diminui: é recomendado o uso de um eletrodo condutor de tiras.

Como os resultados de medição frequentemente são distorcidos e corrompidos, por exemplo, por pedaços de metal sob o solo, aquíferos, é sempre recomendável efetuar uma segunda medição com o eixo da haste virado em um ângulo de 90° (veja o gráfico abaixo).

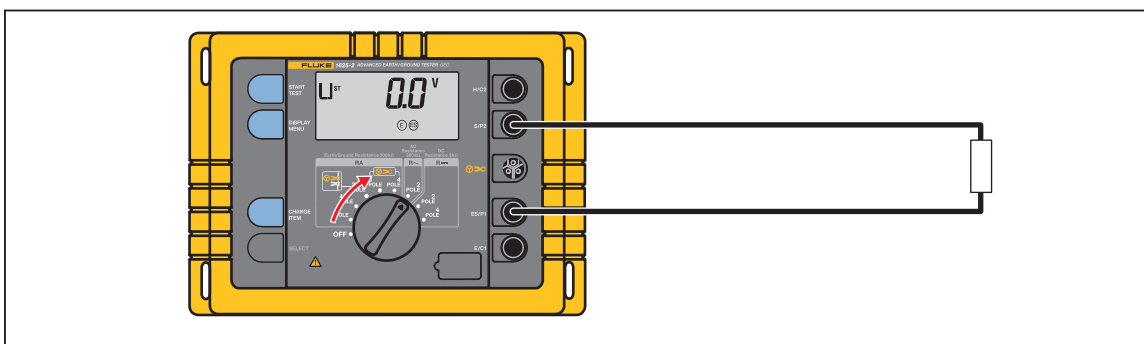


edw022.eps

Medições de resistência

Medição de resistência ($R\sim$)

Esta função de medição determina a resistência ôhmica entre $0,02\ \Omega$ e $300\ \text{k}\Omega$. A medição é feita com a tensão de CA. Para medir resistência muito baixas, é indicado fazer a compensação em relação aos terminais de conexão (consulte *Compensação da resistência dos terminais de medição*).



edw023.eps

Figura 12. Medição de resistência ($R\sim$)

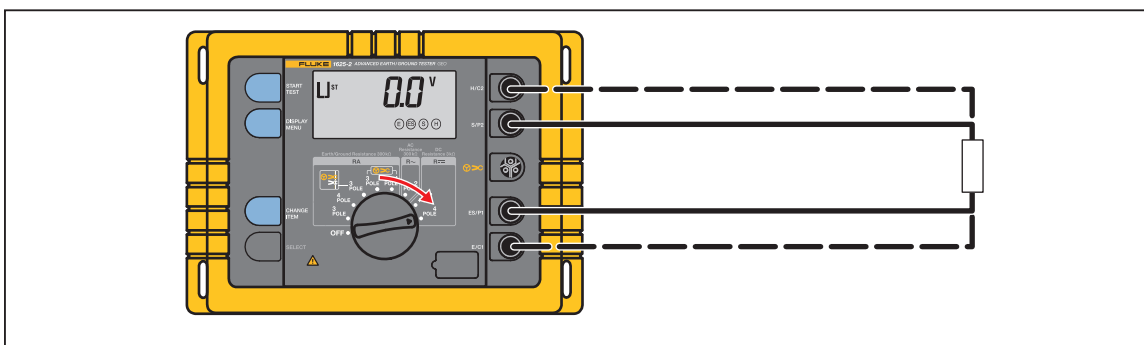
1. Coloque o botão seletor central na posição " $R\sim$ ".
2. Conecte o instrumento conforme mostrado na Figura 12.

3. Neste modo, todas as definições e valores LIMITE disponíveis podem ser chamados por meio de "DISPLAY MENU" (exibir menu) e a frequência de medição pode ser definida.
4. Pressione o botão "START TEST" (iniciar teste).
5. Veja no visor a indicação do valor medido.

Medição de resistência ($R_{\square}$)

Neste modo de medição, todas as resistências de 0.02Ω a $3 \text{ k}\Omega$ podem ser medidas com tensão CC e inversão automática de polaridade, de acordo com EN61557-5.

Para obter a máxima precisão, é possível efetuar medições de 4 pólos. Para equilibrar o terminal de extensão, é necessário efetuar a compensação.



edw024.eps

Figura 13. Medição de resistência ($R_{\square}$)

1. Conecte o instrumento conforme mostrado na Figura 13.
2. Coloque o botão seletor central na posição " $R_{\square}$ ".
3. Neste modo, todas as definições e valores LIMITE disponíveis podem ser chamados por meio de "DISPLAY MENU" (exibir menu).

⚠️ ⚠️ Advertência

Antes de efetuar uma medição, verifique se os equipamentos ou objeto de teste estão desligados da alimentação de energia elétrica. A medição não será iniciada com uma tensão externa $>3 \text{ V}$.

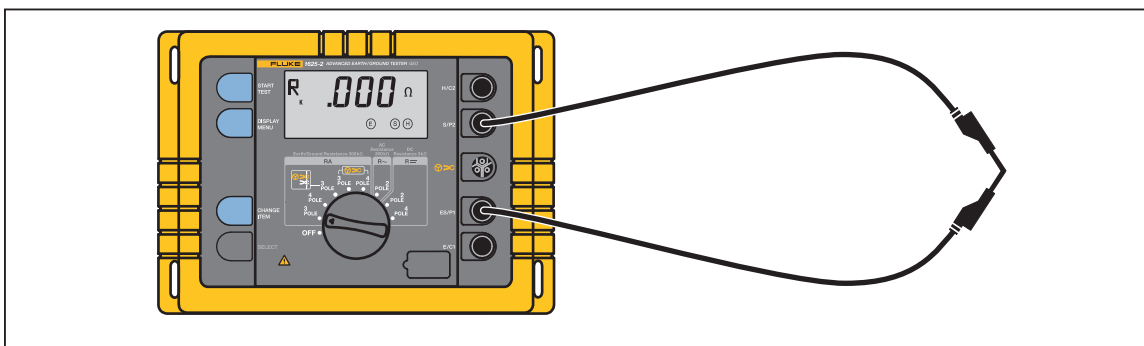
⚠️ ⚠️ Advertência

Com correntes de medição altas, as cargas indutivas podem produzir tensões induzidas letais durante a desconexão do circuito de medição.

4. Inicie as medições pressionando o botão "START TEST" (iniciar teste). Primeiro, é medida a " R_1 " com tensão positiva na tomada "E". Após soltar o botão "START TEST" (Iniciar teste), é medida a " R_2 " com tensão negativa na tomada "E". O valor mais alto medido é exibido primeiro.
5. O segundo valor medido pode ser chamado por meio de "DISPLAY MENU" (exibir menu). Se o valor limite definido (R LIMIT) for ultrapassado, o limite também poderá ser mostrado.

Compensação da resistência do terminal de medição

1. Ative o visor R_K com o botão "DISPLAY MENU" (Exibir menu).
2. Provoque um curto-circuito no terminal de medição conforme mostrado na Figura 14.
3. Pressione o botão "START TEST" (iniciar teste). O valor de R_K é armazenado depois de se soltar o botão "START TEST" (Iniciar teste); o visor volta a apresentar a medição de tensão. Depois disso, o valor de R_K é subtraído do valor real medido. Girar o botão seletor central por um instante apaga novamente a compensação de linha.



edw026.eps

Figura 14. Compensação da resistência do terminal de medição

Como mudar todas as definições de dados por meio do CÓDIGO personalizado

Com esta função (FM, UM-Limite, Limite, bipe, relação, R*, *) os valores limites e os valores definidos podem ser programados, o que os mantém na memória mesmo se o instrumento for desligado. Essa função permite que o operador crie uma configuração do instrumento com os ajustes definidos pelo cliente, de acordo com necessidades específicas.

A Tabela 7 mostra as configurações que podem ser feitas apenas nas funções respectivas:

Tabela 7. Configurações de dados

Função	Parâmetro	Faixa de ajuste	Definição padrão
RE 3pole e RE 4pole	FM	(AFC/94/105/111/128) Hz	AFC
	UM	48 V/20 V	48 V
	RK	0,000 Ω ... 29,99 Ω	0,000 Ω
	LIMITE	Liga/Desliga	Desligar
	RE LIMIT	0,000 Ω ... 999 k Ω	999 k Ω
	♪(aviso sonoro)	Liga/Desliga	Desligar
	R*	Liga/Desliga	Desligar
RE 3pole e RE 4pole	FM	(AFC/94/105/111/128) Hz	AFC
	UM	48 V/20 V	48 V
	RK	0,000 Ω ... 29,99 Ω	0,000 Ω
	I (razão)	80 ... 1200	1000
	LIMITE	Liga/Desliga	Desligar
	RE LIMIT	0,000 Ω ... 999 k Ω	999 k Ω
	♪ (aviso sonoro)	Liga/Desliga	Desligar
R~	R*	Liga/Desliga	Desligar
	FM	(AFC/94/105/111/128) Hz	AFC
	RK	0,000 Ω ... 29,99 Ω	0,000 Ω
	LIMITE	Liga/Desliga	Desligar
	R ~ LIMIT	0,000 Ω ... 999 k Ω	999 k Ω
R~ 2pole e 4pole	♪ (aviso sonoro)	Liga/Desliga	Desligar
	RK	0,000 Ω ... 29,99 Ω	0,000 Ω
	LIMITE	Liga/Desliga	Desligar
	R LIMIT	0,000 Ω ... 9,99 k Ω	9,99 k Ω
	♪(Aviso sonoro)	Liga/Desliga	Desligar

Para salvar um código:

1. Pressione as 4 teclas ao mesmo tempo e mude o botão seletor central da posição OFF (desligado) para a posição correspondente ao modo de medição desejado.

O visor indicará "C _ _ _".

2. Agora insira o número do CÓDIGO. Qualquer número de três algarismos pode ser usado.

Observação

Depois de um CÓDIGO ser inserido, todos os valores programados subsequentemente só poderão ser alterados após a digitação do número do CÓDIGO. Depois de um CÓDIGO ser inserido, ele não pode ser apagado ou alterado, a menos que seja conhecido. Grave seu "CÓDIGO" pessoal e guarde em local seguro.

3. Para definir o código, pressione as teclas "CHANGE ITEM" (Mudar item) e "SELECT" (Selecionar).
4. Em seguida, pressione "DISPLAY MENU" (exibir menu) para concluir esse procedimento.
O CÓDIGO agora estará gravado e o visor indicará "C ON".
5. Se for pressionada a tecla "DISPLAY MENU" (Exibir menu) para confirmar a indicação "C ON", o primeiro parâmetro da função de medição selecionada será exibido e poderá ser modificado através das teclas "CHANGE ITEM" (Mudar item) e "SELECT" (Selecionar).
 - a. O valor alterado é armazenado pressionando-se a tecla "DISPLAY MENU" (exibir menu).
 - b. Pressione a tecla "START TEST" (iniciar teste) para sair do programa de configuração.

Observação

Se os valores limites necessários de acordo com os regulamentos forem alterados incorretamente, os resultados de teste apresentados também poderão ser incorretos.

Para excluir um código:

1. Pressione as 4 teclas ao mesmo tempo e mude o botão seletor central da posição OFF (desligado) para qualquer modo de medição.

O visor indicará "C _ _ _".

2. Agora insira o número do CÓDIGO existente.
3. Para definir o código, pressione as teclas "CHANGE ITEM" (Mudar item) e "SELECT" (Selecionar). Em seguida, pressione "DISPLAY MENU" (exibir menu) para concluir esse procedimento.

4. O visor indicará "C ON". Com a indicação "C ON" no visor, a função de código pode ser desativada pressionando-se a tecla "CHANGE ITEM". O visor passará a indicar "C OFF".
5. Nesse momento, se for pressionada a tecla "DISPLAY MENU" (exibir menu), o código de usuário e todas as mudanças feitas nos valores limites serão apagadas. Os valores predefinidos originais serão restabelecidos na memória.
6. Agora é possível programar um novo número de CÓDIGO a ser usado para definir novos parâmetros.

Exportar dados armazenados para o PC

Os dados de teste são automaticamente armazenados para todos os testes como um arquivo .csv. A Tabela 8 (*continuação na página 40*) é um exemplo do arquivo .csv.

Para exportar dados do testador para um PC:

1. Conecte o cabo USB do testador no PC.
2. Use o Windows Explorer no PC para localizar a nova **unidade EGT** na lista Dispositivos.
3. Localize o arquivo Data.csv na unidade EGT.
4. Use as ferramentas PC padrão para copiar o arquivo para um novo local.

Tabela 8. Arquivo .CSV de exemplo para dados registrados

Medição	Registro de data e hora	Modo de medição	Tensão de medição Um	Frequência de medição Fm	Tensão de interferência Ust
1	15 de out de 2013 20:13:55	3 polos R _E	48 V	128 Hz	0.0 V
2	15 de out de 2013 20:15:55	4 polos R _E	48 V	128 Hz	0.0 V
3	15 de out de 2013 20:17:15	3 polos Seletivo	48 V	128 Hz	0.2 V
4	15 de out de 2013 20:21:10	4 polos Seletivo	20 V	111 Hz	0.0 V
5	15 de out de 2013 20:23:25	Resistência de CA de 2 polos	48 V	128 Hz	0.2 V
6	15 de out de 2013 20:24:48	Resistência de CC de 2 polos	48 V	N/A	0.2 V
7	10 de novembro de 2013 20:24:48	4 polos Re	48 V	111 Hz	0.0 V
8	10 de novembro de 2013 20:28:48	4 polos Seletivo	48 V	128 Hz	0.0 V

Tabela 8. Arquivo .CSV para dados registrados (cont.)

Medição	Frequência de interferência Fst	Corrente de interferência	Impedância de aterramento 55 Hz R*	Resistência do aterramento Re	Resistência de CA R~	Resistência de CC R1
1	0.0 Hz	N/A	N/A	1,022 Ω	N/A	N/A
2	0.0 Hz	N/A	1.02 Ω	1.022 Ω	N/A	N/A
3	100.0 Hz	0.0 A	1,02 Ω	1.022 Ω	N/A	N/A
4	0.0 Hz	0.0 A	N/A	1006 Ω	N/A	N/A
5	100.0 Hz	N/A	N/A	N/A	1.022 Ω	N/A
6	100.0 Hz	N/A	N/A	N/A	N/A	1.023 Ω
7	0.0 Hz	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
8	0.0 Hz	0.0 A	N/A	N/A	N/A	N/A
Medição	Resistência de CC R2	Resistência da sonda Rs	Resistência auxiliar Rh	Resistência de compensação Rk	Taxa de transformação I	Status de erro
1	N/A	0,1 k Ω	0,1 k Ω	0,025 Ω	N/A	N/A
2	N/A	0,1 k Ω	0,1 k Ω	N/A	N/A	N/A
3	N/A	0,1 k Ω	0,1 k Ω	0.075 Ω	1000	N/A
4	N/A	0,1 k Ω	0,5 k Ω	N/A	1000	N/A
5	N/A	N/A	N/A	0.025 Ω	N/A	N/A
6	1.022 Ω	N/A	N/A	0.025 Ω	N/A	N/A
7	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	E e H abertos
8	N/A	N/A	N/A	N/A	1000	Alicate reverso

Excluir dados armazenados

Para excluir dados armazenados no testador:

1. Conecte o cabo USB do testador no PC.
2. Use o Windows Explorer no PC para localizar a nova **unidade EGT** na lista Dispositivos.
3. Localize o arquivo Data.csv na unidade EGT.
4. Use as ferramentas de PC padrão para excluir o arquivo da unidade EGT ou mover o arquivo para um novo local.

Esta ação remove toda a data armazenada do testador.

Manutenção

Se o instrumento for usado e tratado corretamente, não necessitará de nenhuma manutenção. Para limpar o instrumento, use apenas um pano umedecido com água e sabão, detergente neutro, ou álcool. Evite agentes de limpeza e solventes agressivos, como trilene ou cloroetano.

Consertos só devem ser feitos por pessoal habilitado e treinado.

Em todos os consertos, deve-se tomar cuidado para que os parâmetros do projeto do instrumento não sejam modificados e prejudiquem a segurança, e para que as peças correspondam às peças originais e que sejam montadas corretamente (estado de fábrica).

Advertência

Para evitar possíveis choques elétricos, incêndios ou ferimentos:

- Use somente as peças de substituição especificadas.
- Os reparos ao produto devem ser feitos somente por um técnico aprovado.
- A tampa das pilhas deve ser fechada e trancada antes da operação do produto.
- Substitua as baterias quando o indicador mostrar que a carga está baixa, para evitar medições incorretas.
- As baterias contêm produtos químicos perigosos que podem causar queimaduras ou explosão. Caso haja exposição a produtos químicos, limpe o local atingido com água e procure atendimento médico.
- Remova os sinais de entrada antes de limpar o Produto.

Advertência

Para garantir condições seguras de operação e manutenção:

- Conserte o produto antes de usá-lo caso ocorra vazamento em alguma pilha.
- Certifique-se de que a polaridade da bateria esteja correta, para evitar vazamentos.

Calibração

São recomendados calibração com intervalos de um ano.

Serviços

Se parecer haver algum problema com o testador, reveja este manual para assegurar-se de que o instrumento está sendo usado da forma correta. Se verificar que o instrumento não está funcionando corretamente, embale-o de forma segura (na embalagem original, se possível) e remeta-o, com porte pago, ao Centro de Assistência Técnica Fluke mais próximo. Inclua uma breve descrição do problema. A Fluke NÃO se responsabiliza por nenhum dano que possa ocorrer durante o transporte.

Para localizar um centro de serviços autorizado, acesse www.fluke.com.

Especificações

Faixa de temperatura	
durante a operação:	0 °C a +35 °C (+32 °F a +95 °F)
quando armazenada:	-30 °C a +60 °C (-22 °F a +140 °F)
Coeficiente de temperatura:	±0,1 % de leitura / °C (abaixo de 18 °C e acima de 28 °C)
Umidade, em operação	<95% RH sem condensação
Altitude de operação:	2000 m
Classificação climática:	C1 (IEC 654-1) -5 °C a +45 °C, 5% a 95% RH
Tipo de proteção	
Estojo:	IP56
Tampa do compartimento das pilhas:	IP40
Compatibilidade eletromagnética:	Em conformidade com IEC61326-1: Portátil
Segurança:	Em conformidade com IEC 61010-1: CAT nenhum, grau de poluição 2
Tempo de medição:	6 segundos, típica
Sobrecarga máxima:	250 V _{rms} (em associação com uso indevido)
Pilhas:	6 x 1,5 v, pilha alcalina AA, LR6
Duração das pilhas:	>3000 medições, típicas, RH + RE < 1 kOhm >6000 medições, típicas, RH + RE > 10 kOhm
Dimensões:	240 mm x 180 mm x 110 mm (9,5 pol. x 7,1 pol. x 4,4 pol.)
Peso com pilhas:	1,52 Kg (3,35 lb)
Memória:	Armazenamento de memória interno de até 1500 registros acessível via porta USB

Medição de tensão de interferência CC + CA (U_{ST})

Método de medição:	Retificação em onda completa
--------------------	------------------------------

Faixa de medição	Faixa de exibição	Resolução	Faixa de frequência	Precisão
1...50 V	0,0...50 V	0,1 V	DC/AC 45...400 Hz senoidal	± (5% da leitura +5 dígitos)

Seqüência de medição:	aproximadamente 4 medições/s
Resistência interna:	aproximadamente 1,5 MΩ
Sobrecarga máxima:	U _{rms} = 250 V

Medição de frequência de interferência (F_{ST})

Método de medição: medição do período de oscilação da tensão de interferência

Faixa de medição	Faixa de exibição	Resolução	Faixa	Precisão
16,0 ... 400 Hz	16,0...299,9...999 Hz	0,1 ... 1 Hz	1 V ... 50 V	$\pm(1\% \text{ da leitura} + 2 \text{ dígitos})$

Resistência de aterramento (R_E)

Método de medição: Medição de corrente e tensão com sonda, conforme IEC61557-5

Tensão de circuito aberto: 20 / 48 V, CA

Corrente de curto circuito: 250 mA CA

Medição de frequência: 94, 105, 111, 128 Hz seleção manual ou automática (AFC), 55 Hz na função R^*

Rejeição de ruído: >120 dB (16 2/3, 50, 60, 400 Hz)

Sobrecarga máxima: $U_{rms} = 250 \text{ V}$

Tabela 9. Cálculo de erro operacional

Erro intrínseco ou quantidade de influência	Condições de referência ou faixa de operação especificada	Código de designação	Requisitos ou teste de acordo com as partes pertinentes da norma IEC 1557	Tipo de teste
Erro intrínseco	Condições de referência	A	Parte 5, 6.1	R
Posição	Posição de referência $\pm 90^\circ$	E1	Parte 1, 4.2	R
Tensão de alimentação	Nos limites definidos pelo fabricante	E2	Parte 1, 4.2, 4.3	R
Temperatura	0 °C e 35 °C	E3	Parte 1, 4.2	T
Tensão de interferência em série		E4	Parte 5, 4.2, 4.3	T
Resistência das sondas e eletrodos de aterramento auxiliares	0 a 100 x R_A mas $\leq 50 \text{ k}\Omega$	E5	Parte 5, 4.3	T
Frequência do sistema	99% a 101% da frequência nominal	E7	Parte 5, 4.3	T
Tensão do sistema	85% a 110% da tensão nominal	E8	Parte 5, 4.3	T
Erro operacional	$B = \pm(A + 1,15\sqrt{E_1^2 E_2^2 E_3^2 E_4^2 E_5^2 E_7^2 E_8^2})$		Parte 5, 4.3	R
A = erro intrínseco En = variações R = teste de rotina T = teste de tipo		$B[\%] = \pm \frac{B}{\text{fiducial value}} \times 100\%$		

Faixa de medição	Faixa de exibição	Resolução	Precisão	Erro operacional
0,020 Ω ...300 k Ω	0,001 Ω ...2,999 Ω	0,001 Ω	$\pm$ (2 % da leitura + 2 dígitos)	$\pm$ (5% da leitura + 5 dígitos)
	3,00 Ω ...29,99 Ω	0,01 Ω		
	30,0 Ω ...299,9 Ω	0,1 Ω		
	0,300 k Ω ...2,999 k Ω	1 Ω		
	3,00 k Ω ...29,99 k Ω	10 Ω		
	30,0 k Ω ...299,9 k Ω	100 Ω		

Tempo de medição:	8 segundos, típica com uma frequência fixa No máximo 30 segundos com AFC e ciclo completo de todas as frequências de medição
Erro adicional devido à resistência da sonda e eletrodo auxiliar de aterramento:	$\frac{R_H(R_S + 2000\Omega)}{R_E} \times 1.25 \times 10^{-6}\% + 5 \text{ digits}$
Erro de medição de R _H e R _S :	típica de 10 % de $R_E + R_S + R_H$
Resistência máxima da sonda:	$\leq 1 \text{ M } \Omega$
Resistência máxima do eletrodo auxiliar de aterramento:	$\leq 1 \text{ M } \Omega$

Se for após uma medição de sonda, eletrodo auxiliar de aterramento e aterramento, deve-se pressupor que haja um erro de mais de 30% devido às condições de influência, o visor apresentará um símbolo de advertência  e um aviso de que a R_S ou a R_H está muito alta.

R _H com Umeas = 48 V	R _H com Umeas = 20 V	Resolução
<300 Ω	<250 Ω	1 m Ω
<6 k Ω	<2,5 k Ω	10 m Ω
<60 k Ω	<25 k Ω	100 m Ω
<600 k Ω	<250 k Ω	1 Ω

Medição seletiva da resistência de aterramento ($R_E \rightarrow \infty$)

Método de medição:	Medição de corrente e tensão com sonda, de acordo com a norma EN61557-5, e medição de corrente em ramificação individual com transformador de corrente adicional.
Tensão de circuito aberto:	20 / 48 V CA
Corrente de curto circuito:	250 mA CA
Medição de frequência:	94, 105, 111, 128 Hz, seleção manual ou automática (AFC), 55 Hz (R^+)
Rejeição de ruído:	120 dB (16 2/3, 50, 60, 400 Hz)
Sobrecarga máxima:	Urms máximo = 250 V

Faixa de medição	Faixa de exibição	Resolução	Precisão ^[1]	Erro de operação ^[1]
0,020 Ω...30 kΩ	0,001...2,999 Ω	0,001 Ω	±(7 % da leitura +2 dígitos)	±(10% da leitura +5 dígitos)
	3,00...29,99 Ω	0,01 Ω		
	30,0...299,9 Ω	0,1 Ω		
	0,300...2,999 kΩ	1 Ω		
	3,00...29,99 kΩ	10 Ω		

[1] Com os alicates/transformadores de corrente recomendados.

Erro adicional devido à resistência da sonda e eletrodo típico auxiliar de aterramento:

$$\frac{R_H (R_S + 2000\Omega)}{R_{ETOTAL}} \times 1.25 \times 10^{-6}\% + 5 \text{ digits}$$

Erro de medição de R_H e R_S :

típica de 10% de $R_{ETOTAL} + R_S + R_H$

Tempo de medição:

8 segundos, típica, com uma frequência fixa;
30 segundos, no máximo, com AFC e ciclo completo de todas as frequências de medições

Corrente mínima em ramificação única a ser medida:

0.5 mA Com transformador (1000:1)
0.1 mA Com transformador (200:1)

Corrente máxima de interferência no transformador:

3 A Com transformador (1000:1)

Medição de resistência ($R_{\sim}$)

Método de medição:	Medição de corrente e tensão
Medição de tensão	20 V CA, pulso quadrado
Corrente de curto circuito:	>250 mA CA
Medição de frequência:	94, 105, 111, 128 Hz seleção manual ou automática (AFC)

Faixa de medição	Faixa de exibição	Resolução	Precisão	Erro operacional
0,020 Ω ...300 k Ω	0,001 Ω ... 2,999 Ω	0,001 Ω	$\pm(2\% \text{ da leitura} + 2 \text{ dígitos})$	$\pm(5\% \text{ da leitura} + 5 \text{ dígitos})$
	3,0 Ω ... 29,99 Ω	0,01 Ω		
	30 Ω ... 299,9 Ω	0,1 Ω		
	300 Ω ... 2999 Ω	1 Ω		
	3,0 k Ω ... 29,99 k Ω	10 Ω		
	30,0 k Ω ... 299,9 k Ω	100 Ω		

Tempo de medição:	típica, 6 segundos
Tensão máxima de interferência:	24 V, a medição não será iniciada com tensões mais altas
Sobrecarga máxima:	U_{rms} máximo = 250 V

Medição de resistência ($R_{\text{---}}$)

Tensão de circuito aberto:	20 V CC
Corrente de curto circuito:	200 mA CC
Composição do valor medido:	Com fios de medição de 4 polos em $\textcircled{H}\textcircled{S}\textcircled{ES}$, as medições podem ser estendidas sem erro adicional
	Resistências >1 Ω no fio $\textcircled{E}$ podem causar erro adicional de 5 m Ω/Ω

Faixa de medição	Faixa de exibição	Resolução	Precisão	Erro operacional
0,020 Ω ...3 k Ω	0,001 Ω ... 2.999 Ω	0,001 Ω	$\pm(2\% \text{ da leitura} + 2 \text{ dígitos})$	$\pm(5\% \text{ da leitura} + 5 \text{ dígitos})$
	3,0 Ω ... 29,99 Ω	0,01 Ω		
	30,0 Ω ... 299,9 Ω	0,1 Ω		
	300 Ω ... 2999 Ω	1 Ω		

Seqüência de medição:	aproximadamente 2 medições/s
Tempo de medição:	típica, 4 segundos, inclui inversão de polaridade (2 ou 4 polos)
Tensão máxima de interferência:	≤ 3 V CA ou CC; a medição não será iniciada com tensões mais altas
Indutividade máxima:	2 Henry
Sobrecarga máxima:	$U_{rms} = 250$ V

Compensação de resistência do terminal (R_K)

A compensação de resistência do terminal (R_K) pode ser ativada em todas as funções R_E 3 polos, R_E 3 polos , $R_{\sim}$ e $R_{\equiv}$ 2 polos

Composição do valor medido: $R_{visor} = R_{medido} - R_{compensado}^*$

* Valor de entrada de ponto de ajuste $R_K = 0,000\Omega$, variável de $0,000...29,99\Omega$ por meio de ajuste de medição.

Medição de loop de aterramento sem utilização de hastes

Resolução	Faixa de medição	Precisão	Erro operacional
0,001 a 0,1 Ω	0,020 Ω a 199,9 Ω	$\pm(7\%$ da leitura + 3 d)	$\pm(10\%$ da leitura + 5 d)

Princípio da medição: medição da resistência em circuitos fechados sem utilização de hastes, com dois alicates de corrente

Tensão de medição:	$U_m = 48$ V ac (primário)
Frequência de medição:	128 Hz
Corrente de ruído (I_{ext}):	máx. $I_{ext} = 10$ A (ac) ($R_a < 20\Omega$) máx. $I_{ext} = 2$ A (ac) ($R_a > 20\Omega$)

As informações relacionadas às medições de loop de aterramento sem utilização de hastes são válidas somente quando usadas em conjunto com os alicates de corrente recomendados e a distância mínima especificada.

